

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ ПЕРЕКРЫТИЯ МКЮ.4У.56.21

УДК 1: 621.757: 621.791: 621.873-21

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Джуракулов М.С.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Телипенко Е.В.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями

ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)- 12	Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)- 13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)- 14	Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)- 15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 10А72

Руководитель ВКР

Джуракулов М.С.

Крюков А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Машиностроение»

(Подпись) _____ (Дата) Д. П. Ильященко
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10A72	Джуракулову Мухаммаду Сатторовичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки перекрытия МКЮ.4У.56.21	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	№32–106/с от 01.02.2021г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	1. Обзор и анализ литературы 2. Объект и методы исследования 3. Разработка технологического процесса 4. Конструкторский раздел 5. Проектирование участка сборки-сварки 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 7. Социальная ответственность

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.000.000 СБ Перекрытие 2 листа (А1). 2. ФЮРА.000003.021 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия 3. ФЮРА.000004.021 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000005.021.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000006.021 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000007.021 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000008.021 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А.В.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Телипенко Е.В.

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Джуракулов М.С.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 – 2021 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2021	Обзор литературы	10
15.03.2021	Объекты и методы исследования	15
13.04.2021	Разработка технологического процесса	15
16.04.2021	Конструкторский раздел	15
20.04.2021	Проектирование участка сборки-сварки	15
25.04.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
10.05.2021	Социальная ответственность	15

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А72	Джуракулову Мухаммаду Сатторовичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
Уровень образования	Бакалавриат		

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Оценка стоимости производства по предлагаемому технологическому процессу перекрытия механизированной крепи МКЮ.4У.56.21

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1.	1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления
2.	2. Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями
3.	3. Определение затрат на основные материалы
4.	4. Определение затрат на вспомогательные материалы
5.	5. Определение затрат на заработную плату
6.	6. Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.04.2021
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Телипенко Е.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Джуракулов М.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A72	Джуракулову Мухаммаду Сатторовичу

Институт	Юргинский технологический институт	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение
Уровень образования	Бакалавриат		

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки перекрытия на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) <p>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i> 	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожара-взрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожара-взрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>

3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Джуракулов М.С.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 129 с., 6 рисунков, 21 таблица, 64 источников, 3 приложения, 8 листов графического материала.

Ключевые слова: сварка плавлением, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, приспособление, промышленная безопасность, себестоимость.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки-сварки перекрытия механизированной крепи МКЮ.4У.56.21

Цели и задачи исследования (работы). Целью работы является разработка технологии изготовления перекрытия и проектирование участка сборки-сварки изделия. Задачами данной выпускной квалификационной работы является изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, пронормировать операции, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

В процессе работы, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции.

Abstract

Final qualifying work 129 p., 6 figures, 21 tables, 64 sources, 3 annexes, 8 sheets of graphic material.

Key words: fusion welding, technology, welding modes, welding current strength, welding equipment, productivity, site plan, fixture, industrial safety, cost.

Relevance of the work: in this final qualification work, the design of the assembly-welding section of the mechanized roof support MKU.4U.56.21 is being designed.

The object of research is the manufacturing process of overlapping mechanized roof support MKYU.4U.56.21

The goals and objectives of the study (work). As a result of this work should get production with the highest degree of mechanisation and automation improves productivity.

In the course of work, picked up welding equipment, are normalized Assembly-welding operations.

Содержание

Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	19
1.1 Современные способы импульсно-дуговой сварки	19
1.1.1 Сварка модулированным током	19
1.1.2 Сварка пульсирующей дугой	20
1.1.3 Импульсная подача сварочной проволоки	21
1.1.4 Импульсно-дуговая сварка	24
1.1.5 Механизированная сварка короткой дугой с короткими замыканиями	24
1.1.6 Современные способы импульсно-дуговой сварки, разработанные за рубежом	26
1.2 Заключение	30
2 Объект и методы исследования	31
2.1 Описание сварной конструкции	31
2.2 Требования предъявляемые к конструкции	31
2.2.1 Требования к подготовке кромок	32
2.2.2 Требования к сварке при прихватке	32
2.2.3 Требования к сборке сварного соединения	33
2.2.4 Требования к сварке	33
2.2.5 Требования к оформлению документации	35
2.2.6 Требования к контролю	36
2.3 Методы проектирования	40
2.4 Постановка задачи	41
3 Разработка технологического процесса	42
3.1 Анализ исходных данных	42
3.1.1 Основные материалы	42
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	45
3.1.3 Выбор сварочных материалов	46

3.2 Выбор основного оборудования	47
3.3 Технологические режимы сварки	49
3.4 Выбор оснастки	50
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	52
3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование	54
3.7 Разработка технической документации	60
3.8 Техническое нормирование операций	61
3.9 Материальное нормирование	64
3.9.1 Расход металла	64
3.9.2 Расход сварочной проволоки	64
3.9.3 Расход защитного газа	65
3.9.4 Расход электроэнергии	65
4 Конструкторский раздел	66
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	66
4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	66
5 Проектирование участка сборки-сварки	69
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	69
5.2 Расчет основных элементов производства	70
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	70
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	71
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	72
5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	72
6 Финансовый менеджмент	74
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	74
6.2 Экономический анализ техпроцесса	74
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	75
6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	75
6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование	77

6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	77
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	78
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	78
6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы	79
6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату	80
6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	81
6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию	82
6.2.2.7 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	83
6.2.2.8 Определение затрат на содержание помещения	84
6.3 Расчет технико-экономической эффективности	86
6.4 Основные технико-экономические показатели участка	86
7 Социальная ответственность	88
7.1 Описание рабочего места	88
7.2. Законодательные и нормативные документы	89
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	91
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	98
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	98
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	101
7.5 Охрана окружающей среды	101
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	103
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	104
Заключение	105
Библиография	106
Приложение А (спецификация перекрытие)	112
Приложение Б (спецификация приспособление сборочно-сварочное)	114
Приложение В (технологический процесс)	115
Диск CD	в конверте

Графическая часть	на обложке на отдельных листах
ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.000.000 СБ Перекрытие. Сборочный чертеж	Формат 2-А1
ФЮРА.000003.021 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1
ФЮРА.000004.021 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000005.021.000.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное	Формат А1
ФЮРА.000006.021 ЛП Схема вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000007.021 ЛП Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000008.021 ЛП Карта организации труда на производственном участке	Формат А1

Обозначения и сокращения

Сб. ед. – сборочная единица.

Поз. – позиция.

ВИК – Визуальный и измерительный контроль.

УЗК – Ультразвуковой неразрушающий контроль.

НД – Нормативная документация.

НТД – Нормативно-технический документ.

РД – Руководящий документ.

ГОСТ – Государственный стандарт.

ПТД – Производственно-технологическая документация.

ЕСКД – Единая система конструкторской документации.

ЕСТД – Единая система технологической документации.

ПВ – Производительность включения.

КПД – Коэффициент полезного действия.

БТК – Бюро технического контроля

Введение

Сварка – это удобный, надежный и технологичный, а нередко единственно возможный и эффективный способ образования неразъемных соединений сталей, металлов и др., что благоприятствует развитию сварочного оборудования, сварочных материалов и сварочных технологий [1]. Производственное использование некоторых простейших способов сварки началось еще несколько сотен лет назад.

Значительное увеличение промышленности в последнее время, а также и различных отраслей техники создало новые средства нагрева, которые можно использовать для сварки металлов, к ним можно отнести: электрический ток, дуговой разряд, ацетилено-кислородное пламя, термитные смеси, электронный луч, лазер, высокотемпературная плазма, ультразвук и др. и соответственно созданию новых практичных и экономичных способов сварки [2].

На данный момент в тяжелом и легком машиностроении, кроме обычной малоуглеродистой стали, широко применяются металлы и сплавы, обладающие высокими механическими или специальными физическими свойствами, как жаропрочность, коррозионная стойкость и т.д. Хотя эти материалы обладают высокими эксплуатационными свойствами, их сварка, в большинстве случаев, осложняется определенными проблемами. Для сварки таких сталей требуется применять специальные приемы.

Постоянное увеличение роста производства стали в мире, несмотря на некоторое снижение темпов в последнее время, влияет на увеличение объема сварочного производства и производства сварочной техники, а также количества научных разработок и исследований, направленных на создание нового и улучшение уже существующего оборудования и технологий. В начале двадцать первого века объем сварочного производства составляет примерно в 40 млрд долл., из них примерно 70 % – это сварочные материалы и около 30 % –оборудование. Сварочные процессы по ареалу своего применения и валовому

объему конечного продукта составляют примерно половину от всех временных затрат на производство. Почти невозможно найти отрасль народного хозяйства, в которой бы не ощущалась потребность в сварочных технологиях.

1 Обзор и анализ литературы

Управление сварочной дугой и ее свойствами необходимо для повышения стабильности горения дуги и получения направленного переноса электродного металла в сварочную ванну, что особенно актуально при сварке в положениях, отличных от нижнего, а также воздействия на процессы, протекающие в сварочной ванне в околошовной зоне (управление первичной кристаллизацией металла шва и термическим циклом в околошовной зоне). [3].

Импульсные процессы при сварке можно разделить на:

- сварку модулированным током;
- импульсно-дуговую сварку;
- сварка пульсирующей дугой;
- импульсная подача проволоки.

1.1 Современные способы импульсно-дуговой сварки

1.1.1 Сварка модулированным током

С целью удержания сварочной ванны в пространственных положениях отличных от нижнего сварочного тока необходимо снизить, а для обеспечения требуемых сварочно-технологических свойств электрода ток должен быть значительно больше величины, обеспечивающей удержание сварочной ванны. Сварщик решает эту задачу, выполняя электродом различные манипуляции, вплоть до обрыва дуги, что приводит к образованию дефектов, как при сварке корня шва, так и заполняющих слоев. Выполнение указанных противоречивых требований возможно методами импульсной модуляции сварочного тока

(рисунок 1.1). По сравнению со сваркой стационарной дугой, сварка модулированным током имеет ряд основных преимуществ. Это улучшение формирования шва во всех пространственных 2 положениях, повышение механических свойств, сварных соединений, улучшение дегазации сварочной ванны, снижение сварочных деформаций и др. [4].

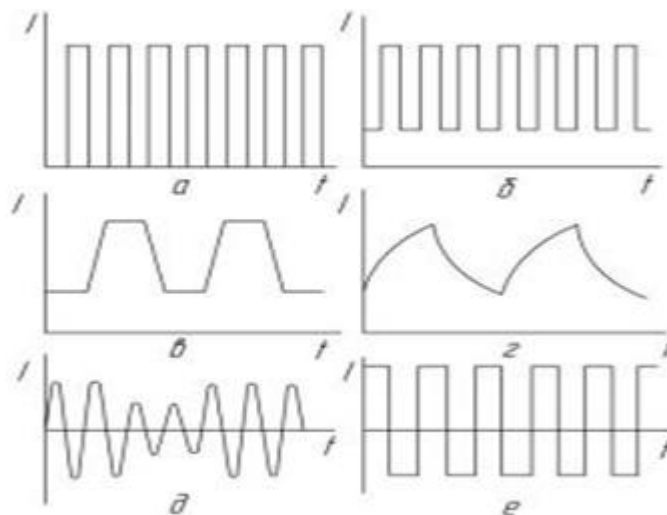


Рисунок 1.1 – Циклограммы процессов сварки модулированным током [5]:

а, б, в, г) низкая частота следования импульсов с изменением скорости подачи;
 д) изменение амплитуды при модулировании переменного тока; е) сварка разно
 полярными импульсами

Дополнительные импульсы, протекающие в интервале основной паузы, обеспечивают технологическую устойчивость процесса сварки модулированным током. Их длительность и частота влияют на равномерное плавление покрытого электрода без образования “козырька”, а также при сварке корневых швов и изделий малой толщины – на поддержание существования “замочной скважины” [6].

1.1.2 Сварка пульсирующей дугой

Сварка пульсирующей дугой представляет собой специализированный процесс сварки со струйным переносом металла. При горении пульсирующей дуги в инертных газах может наблюдаться очень мелкокапельный перенос

электродного металла. Название "струйный" он получил потому, что при его наблюдении невооруженным глазом создается впечатление, что расплавленный металл стекает в сварочную ванну с торца электрода непрерывной струей. Изменение характера переноса электродного металла с капельного на струйный происходит при увеличении сварочного тока до "критического" для данного диаметра электрода или же при подаче импульсного напряжения. Сварка пульсирующей дугой может применяться и в сварке вольфрамовой дугой (*TIG*). Контур шва и глубина провара отлаживаются при этом процессе очень хорошо. Импульсы высокого напряжения быстро обеспечивают глубину расплавления основного металла, но не вызывают интенсивного разогрева материала. Фоновый ток при этом поддерживает нужное состояние дуги между импульсами. По сравнению с постоянной дугой пульсирующая усиливает проникновение, не повышая температуру соединения. Однако, надо заметить, что скорость сварки при этом падает на 20-40%. Пульсирующая дуга может быть настроена от 1 до 100 импульсов в секунду, а на некоторых типах оборудования даже до 1000 импульсов [7].

1.1.3 Импульсная подача сварочной проволоки

Генерирование импульсов подачи основывается на 2-х основных способах ее получения: за счет применения специальных электродвигателей в механизме подачи электродной проволоки и при использовании механических модуляторов различных конструкций.

Объяснить увеличение коэффициента наплавки при импульсной подаче электродной проволоки можно следующими причинами:

- управляемым процессом образования капли электродного металла, не позволяющим расходовать лишнюю энергию на ее перегрев;
- отсутствием больших значений токов короткого замыкания, обычно характерных для процесса сварки с короткими замыканиями;

- увеличение тока в импульсе подачи способствует росту коэффициента плавления, при этом фактически импульсный ток не превышает 30-35% времени цикла образования и переноса капли, отсюда и рост коэффициента плавления по сравнению со средним значением тока при постоянной скорости подачи [8].

Исходя из особенностей сварки с импульсной подачей электродной проволоки один цикл капли переноса протекает в четыре этапа (рисунок 1.2) [9].

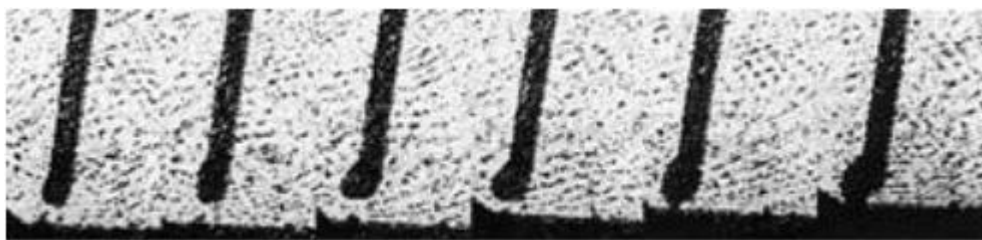


Рисунок 1.2 – Видеокадры процесса образования капли электродного металла при сварке проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм в CO_2 с импульсной подачей с частотой 30 с–1: а – е – t_{ϕ} равно 0,001, 0,004, 0,008, 0,012, 0,016 и 0,020 с соответственно

- формирование капли за счет плавления электродной проволоки;
- движение электродной проволоки: под действием упругих сил за счет использования механизма импульсной подачи происходит перемещение электродной проволоки с находящейся на ее торце жидкой каплей в направлении металлической ванны;
- торможение капли: происходит торможение подачи сварочной проволоки в результате достижения штоком конца угла опускания. При этом в силу определенной инерционности жидкого металла капля, находящаяся на торце электрода, продолжает движение;
- короткое замыкание: происходит соприкосновение жидкой капли, находящейся на торце электрода и металлической ванны, образования перемычки и переход металла капли в сварочную ванну [10].

В работе [11] была разработана математическая модель для определения параметров импульсной подачи электродной проволоки при механизированной дуговой сварке и наплавке.

Авторы в работе [12] рассмотрели возможность применения сварки с импульсной подачей сварочной проволоки при ремонте крупногабаритных деталей. Достигается большая энергосберегающая и также упрощается конструкция, в сравнении с полуавтоматами с автоматической подачей самозащитной проволоки больших диаметров.

В процессе сварки тонколистового металла возникает проблема его коробления. Эта проблема актуальна и часто возникает, например, при ремонтной сварке кузовов автомобилей, сварке различных емкостей для пищевой промышленности и др. Было исследовано влияние импульсной подачи и ее параметров на возможность снижения коробления тонколистового металла в результате термического воздействия дуги на образцах толщиной 1,0 и 2,0 мм. Следует отметить, что коробление при импульсной подаче заметно ниже, чем при сварке с непрерывной подачей электродной проволоки [13].

Применение новых регулируемых механизмов импульсной подачи электродной проволоки при дуговой механизированной сварке сплавов алюминия позволило существенно улучшить формирование металла шва и его структуру и снизить потери электродного металла. Улучшение электропроводных свойств алюминиевого сварного соединения при механизированной сварке может быть достигнуто в том числе и при использовании импульсной подачи электродной проволоки с управляемыми параметрами. При этом обеспечивается качественное выполнение сварного соединения, влияющее на электротехнические свойства токоведущих шин [14].

Одним из путей повышения эффективности применения сварки с импульсной подачей сварочной проволоки является использование смеси $Ar+CO_2$. Это позволяет обеспечить лучшее формирование шва и уменьшить разбрызгивание электродного металла, чем при сварке в чистом углекислом газе. Сварка в смеси газов с использованием устройства импульсной подачи

сварочной проволоки позволяет существенно снизить потери металла на угар и разбрызгивание [15].

1.1.4 Импульсно-дуговая сварка

В настоящее время появляются новые способы импульсно-дуговой сварки. Это, к примеру, импульсно-дуговая сварка с подогревом электродной проволоки, двухдуговая импульсная сварка, импульсная сварка с увеличенным вылетом электродной проволоки, технологии *SpeedPulse*, *STT*, *ForceArc*, *ColdArc*. С целью повышения эффективности сварки плавящимся электродом в среде инертных газов применяют предварительный подогрев сварочной проволоки проходящим током и импульсно-дуговую сварку. Полуавтоматическая импульсно-дуговая сварка титановых сплавов обеспечивает повышение производительности сварочных работ в 2-3 раза при снижении погонной энергии сварки в 2-2,5 раза [16].

1.1.5 Механизированная сварка короткой дугой с короткими замыканиями

Современные сварные конструкции требуют высоких показателей качества. И импульсные процессы – один из методов, помогающих добиться высокого качества. Они позволяют снизить разбрызгивание, что сказывается на внешнем виде сварных соединений и снижает затраты на последующую механическую обработку. Сниженное тепловложение позволяет вести сварку без прожогов, а также в положениях, отличных от нижнего.

Сейчас многие производители сварочного оборудования предлагают процесс сжатой, короткой дуги.

Форсированная дуга имеет ряд преимуществ перед дугой со струйным переносом:

- глубокое проплавление благодаря увеличенному давлению дуги на ванну жидкого металла;
- отсутствие подрезов благодаря короткой дуге;
- высокая производительность, обусловленная более высокой скорости сварочного процесса и увеличению коэффициенту наплавки (уменьшение числа проходов);
- уменьшение необходимой ширины разделки.

Процесс *SpeedArc* нацелен на повышение качества сварных соединений из толстолистового металла, связанного с обеспечением гарантированного проплавления в корне шва, а также *MIG/MAG* сварки в узкую разделку. Функция *SpeedArc* в отличие от стандартной струйной дуги поддерживает уверенный струйный процесс переноса металла более короткой дугой. Дуга становится более сфокусированной, очень устойчивой. Благодаря высокому плазменному давлению в дуге обеспечивается более глубокое проплавление. При этом снижается тепловложение в основной металл и снижается вероятность возникновения таких дефектов, как подрезы [17].

Осциллограммы процесса *SpeedArc* компании *Lorch* были проанализированы в сравнении с осциллограммами процесса *RapidArc* от компании *LincolnElectric*(рисунок 1.3) [18].

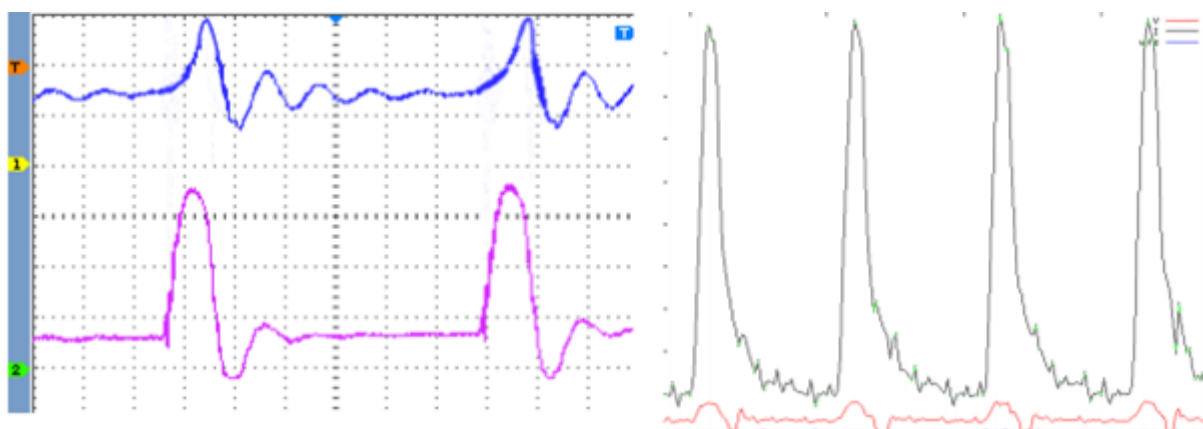


Рисунок 1.3 – Осциллограммы по току и напряжению процессов *SpeedArc* (слева) и (справа) *RapidArc*

Как видно из осциллограммы по напряжению, сварка в обоих случаях ведется с коротким замыканием. В момент короткого замыкания идет снижение тока до базового значения, или даже ниже его. Это обеспечивает перенос металла без разбрызгиваний, которые происходят из-за “взрыва” перемычки в связи с увеличением силы тока.

Сравним теперь макрошлифы соединений. Как мы видим, в обоих случаях наблюдается глубокое проплавление, достаточно узкое. Отсутствуют подрезы.

Процесс короткой сфокусированной дугой с короткими замыканиями позволяют добиться сниженного разбрызгивания, глубокого проплавления и увеличения скорости сварки без потери качества сварных соединений.

Область применения процесса сварки короткой дугой с короткими замыканиями [19]:

- сварка толстолистного металла;
- сварка корневых швов;
- сварка в узкую разделку;
- сварка легированных сталей и сплавов.

1.1.6 Современные способы импульсно-дуговой сварки, разработанные за рубежом

В работе [20] описаны импульсные способы сварки «холодной дугой». В процессе *coldArc*, предложенной компанией *Fronius*, целью является достижение низкоэнергетического процесса без механического вмешательства в процесс подачи, где все изменения происходят только в источнике питания. В процессе используется цифровой процессор обработки сигнала, который снижает мощность в момент повторного зажигания дуги после короткого замыкания, вследствие чего зажигание дуги проходит мягче, что очень важно при сварке тонколистового металла. После зажигания дуги ток повышается для

образования капли на торце электрода, после чего снова происходит его снижение, и плавление электрода уменьшается, пока снова не произойдет короткое замыкание.

Область применения процесса *coldArc*:

- сварка тонколистового металла, толщиной от 0,3 мм;
- высокотемпературная пайка;
- сварка различных металлов и сплавов (алюминий-сталь, марганец-сталь);
- сварка сплавов магния.

Еще одним процессом импульсно-дуговой сварки с короткими замыканиями является *STT* (*Surface Tension Transfer, Lincoln*) – перенос за счет сил поверхностного натяжения. В оборудовании отсутствует ручка регулировки напряжения, т.к. процесс сам приспосабливает напряжение, и скорость подачи проволоки, не допуская перегрева основного металла.

Процесс *STT* можно разделить на следующие фазы:

- 1) Образование капли расплавленного металла.
- 2) Короткое замыкание, в момент которого происходит снижение силы тока.
- 3) Повышение силы тока и отслеживание момента разрыва перемычки, для снижения силы тока в этот момент.
- 4) Восстановление сварочной дуги.
- 5) После повторного зажигания дуги происходит возрастание сварочного тока и образование новой капли.

Разница между процессами *STT* и *ColdArc* практически отсутствует, это видно исходя из осциллограмм и сущности самих процессов.

В статье [21] показаны области применения данных процессов. В статье также указывается, что эти процессы более затратны, чем традиционная *MAG* сварка, поэтому их целесообразно применять в производстве, где требуется высокое качество, которое не может обеспечить *MAG* сварка [22].

1.1.6 Применение однофазного выпрямителя для современных импульсных технологий дуговой сварки

В современных технологических процессах дуговой сварки все более широко используются импульсные технологии. Абсолютное большинство современных импульсных процессов разработано для механизированной сварки в среде защитных газов при использовании инверторных источников питания. Наиболее значительные успехи достигнуты при разработке процессов сварки короткой «холодной дугой», когда для снижения тепловложения в свариваемый металл тонкостенной конструкции сварочный ток в перерывах между короткими замыканиями снижается до низких значений, а перенос капли электродного металла осуществляется после короткого замыкания при минимальном токе [23, 24] (рисунок 1.4). При этом величина тока короткого замыкания также ограничивается.

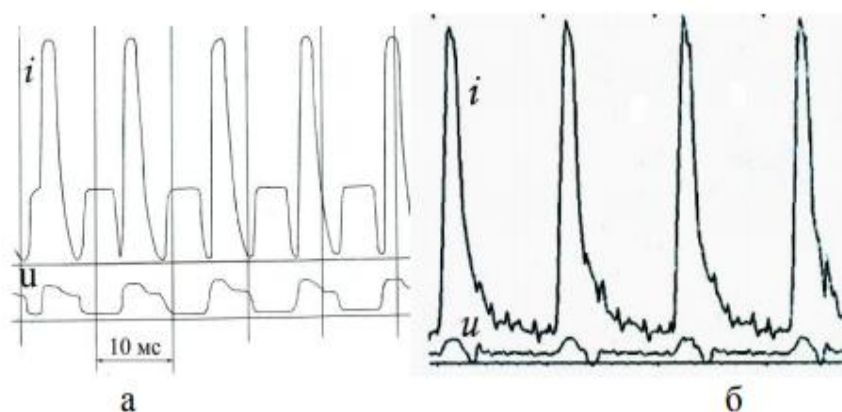


Рисунок 1.4 – Импульсные процессы дуговой сварки в защитных газах, реализуемые в инверторных модулях, с переносом электродного металла во время короткого замыкания каплей сварочной ванны на спаде тока импульса:

а – способ CMT; б – способ *RapidArc*

В качестве источников питания в этом случае используются специальные модули, включающие в себя инверторный выпрямитель и подающий механизм. Эти модули имеют дополнительные коммутирующие устройства, управляемые с помощью аналоговых или цифровых обратных связей по напряжению межэлектродного промежутка [24].

Однако подобные процессы плавления и переноса электродного металла можно получить при использовании пульсирующего тока, например, при использовании более простых и дешевых однофазных выпрямителей с тиристорным управлением. Так применение пульсирующего тока с постоянной частотой при заданной длительности пульсации позволяет снизить тепловложение в свариваемый материал и обеспечить переход капли электродного металла на спаде тока или при минимальном токе без снижения устойчивости горения дуги [25]. Известно также, что пульсирующий ток при ручной дуговой сварке штучным электродом от вентильного генератора при частотах пульсации 150...400 Гц обеспечивает всегда, отрыв капли на спадающей части кривой выпрямленного пульсирующего тока без каких-либо дополнительных управляющих воздействий. Достоинством сварки пульсирующим током является ограничение интенсивного теплового воздействия временем пульсации, поэтому подбором режима можно добиться переноса капли на спаде тока и получить оптимальные режимы без сложных коммутационных устройств, управляемых при помощи цифровых или ограниченных аналоговых обратных связей.

Необходимым условием получения таких режимов при сварке является то, что пульсация (импульс) при постоянной частоте следования всегда должна совпадать с моментом короткого замыкания. Эту частоту можно определить приближенно прикидочным расчетом. В первом приближении можно считать, что короткое замыкание происходит с постоянной частотой и длительностью. В таком случае процесс сварки короткой дугой можно рассматривать как работу на одну нагрузку двух импульсных источников с разными длительностями импульсов и частотами их следования. Для простоты считаем импульсы прямоугольными. Задача таким образом сводится к тому, чтобы определить вероятность наложения импульсов с малой длительностью и большей частотой на импульсы с большей длительностью и меньшей частотой. Начальный момент включения высокочастотного источника импульсов произвольный [26].

1.2 Заключение

Были проанализированы виды импульсной дуговой сварки. для дальнейшей работы выбираем механизированную сварку режимом *SpeedArc*, так как процесс *SpeedArc* нацелен на повышение качества сварных соединений из толстолистового металла, связанного с обеспечением гарантированного проплавления в корне шва, а также *MIG/MAG* сварки в узкую разделку.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие, перекрытие МКЮ.4У, является одной из основных частей крепи МКЮ.4У. Крепь механизированная МКЮ.4У поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Крепь оснащается устройствами якорения, правки, а также корректировки трассы и удержания лавного конвейера. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.МКЮ.4У.56.021.00.000 СБ. Спецификация перекрытия приведена в приложении А. Габаритные размеры изделия: 2341 мм × 1460 мм × 570 мм.

Масса, кг: 2410 кг.

Перекрытие подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок и вибрации. Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции

Перекрытие изготавливается по ГОСТ 33164.1-2014 «Оборудование горно-шахтное. Крепи механизированные. Секции крепи. Общие технические условия». Приказ от 11 декабря 2020 года N 519 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности “Требование к производству сварочных работ на опасных производственных объектах”

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Зазор и смещение кромок деталей, собранных под сварку, должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771.

2.2.2 Требования к сварке при прихватке

Зазор и смещение кромок деталей, собранных под сварку, должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76 [27].

Закрепление деталей при сборке следует осуществлять прихватками. При выполнении прихваток необходимо соблюдать следующие требования:

- прихватки собираемых деталей в конструкции необходимо располагать только в местах наложения сварных швов;
- катет шва прихваток назначают минимальным в зависимости от толщины соединяемых элементов согласно СНиП-23-81;
- длина сварного шва прихватки должна быть не менее 30 мм, расстояние между прихватками – не более 500 мм, количество прихваток на каждой детали - не менее двух;
- сварочные материалы для прихваток должны обеспечивать качество наплавленного металла, соответствующее качеству металла сварных швов по проектной документации;
- прихватки выполняют рабочие, имеющие право доступа к сварочным работам;
- при сборке конструкций большой массы размеры и расстановку прихваток определяет технологическая документация с учетом усилий, возникающих при кантовке и транспортировании.

Собранные конструкции должны быть замаркированы белой масляной краской с указанием номера заводского заказа, номера чертежа, марки сборочной

единицы и ее порядкового номера изготовления. Маркировку можно осуществлять с помощью бирок, закрепляемых на изделие [27].

2.2.3 Требования к сборке сварного соединения

В процессе сборки необходимо выдерживать геометрические размеры конструкций, расположение групп отверстий, зазоры между торцами деталей и совмещение их плоскостей в местах соединений, подлежащих сварке, центрирование стержней в узлах решетчатых конструкций, плотность примыкания деталей друг к другу в местах передачи усилий путем плотного касания.

Предельные отклонения геометрических размеров сборочной единицы, передаваемой для сварки, не должны превышать допустимые отклонения, приведенные в проектной документации [27].

2.2.4 Требования к сварке

Швы сварных соединений и конструкции по окончании сварки должны быть очищены от шлака, брызг и натеков металла. Приваренные сборочные приспособления надлежит удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки зачищать до основного металла судалением всех дефектов.

Сварку конструкций следует выполнять только после проверки правильности сборки конструкций производственным или контрольным мастером.

Сварку стальных конструкций следует осуществлять по разработанному на предприятии технологическому процессу, оформленному в виде типовых или

специальных технологических инструкций, карт и т.п., в которых должны учитываться особенности и состояние производства.

Оборудование для сварки должно обеспечивать возможность эффективного выполнения сварных соединений по технологическому регламенту, разработанному на предприятии. Стабильность параметров режима, заданного в технологическом регламенте, которая обеспечивается оборудованием, должна оцениваться при операционном контроле процесса сварки. Контроль работы оборудования, включая поверку установленных на нем измерительных приборов, необходимо проводить в рамках действующей на предприятии системы управления качеством производства. В зависимости от преобладающей номенклатуры производства и специализации завода-изготовителя металлоконструкций наряду с универсальным сварочным оборудованием (автоматы, полуавтоматы, источники питания сварочным током и т.д.) сборочно-сварочные цехи и участки должны быть оснащены стендами, кантователями, манипуляторами и другими устройствами, обеспечивающими условия для высокой производительности и стабильного качества продукции сварочного производства.

Свариваемые кромки и прилегающая к ним зона металла шириной не менее 20 мм, а также кромки листов в местах примыкания выводных планок перед сборкой должны быть очищены от влаги, масла, грата и загрязнений до чистого металла. Непосредственно перед сваркой при необходимости очистка должна быть повторена, при этом продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

Сварку следует производить, как правило, в пространственном положении, удобном для сварщика и благоприятном для формирования шва (нижнее, "в лодочку"). При этом не допускается чрезмерно большой объем металла шва, наплавляемого за один проход, чтобы избежать несплавления шва со свариваемыми кромками.

Выполнение каждого валика многослойного шва допускается производить после очистки предыдущего валика, а также прихваток от шлака и

брызг металла. Участки слоев шва с порами, раковинами и трещинами должны быть удалены до наложения следующего слоя.

Отклонения размеров швов от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 14771-76. Размеры углового шва должны обеспечивать его рабочее сечение, определяемое величиной проектного значения катета с учетом предельно допустимой величины зазора между свариваемыми элементами; при этом для расчетных угловых швов превышение указанного зазора должно быть компенсировано увеличением катета шва.

Около шва сварного соединения должен быть поставлен номер или знак сварщика, выполнившего этот шов. Номер или знак проставляется на расстоянии не менее 4 см от границы шва, если нет других указаний в проектной или технологической документации. При сварке сборочной единицы одним сварщиком допускается производить маркировку в целом; при этом знак сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной марки [27].

2.2.5 Требования к оформлению документации

Документация должна быть оформлена в соответствии требованиям ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. ГОСТ 3.1502-85 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль. ГОСТ 3.1119-83 Единая система технологической документации. Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы. ГОСТ 3.1407-86 Единая система технологической документации. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборке. ГОСТ 3.1705-81 Единая система технологической документации. Правила записи операции переходов.

2.2.6 Требования к контролю

Перед подачей конструкции на сварку следует произвести контроль качества сборки и при необходимости исправить имеющиеся дефекты.

Обязательному контролю подлежит соответствие геометрических размеров сборочных единиц проектной документации, а также требованиям соответствующих ГОСТ на узлы соединений деталей сборочных единиц, подлежащих сварке.

Контроль качества сварных соединений должен проводиться в рамках системы управления качеством продукции, разработанной на предприятии, в которой установлены области ответственности и порядок взаимодействия технических служб и линейного персонала.

Операционный контроль проводится по всем этапам подготовки и выполнения сварочных работ, основные положения которых изложены в СП 53-101-98, а именно: подготовка и использование сварочных материалов, подготовка кромок под сварку, сборка, технология сварки, надзор за наличием и сроками действия удостоверений сварщиков на право выполнения сварочных работ и соответствием выполняемых работ присвоенной квалификации.

Контроль за соблюдением требований к технологии и технике сварки должен осуществляться на соответствие требованиям технологических инструкций и технологических карт, разработанных на предприятии, в которых должна учитываться специфика используемого оборудования и контрольно-измерительных приборов. При этом стабильность работы оборудования должна являться самостоятельным объектом операционного контроля.

Методы и объемы контроля применяются в соответствии с указаниями настоящего документа, если в проектной документации не даны иные требования. По согласованию с проектной организацией могут быть использованы другие эффективные методы контроля взамен или в дополнение с указанными.

В зависимости от конструктивного оформления, условий эксплуатации и степени ответственности швы сварных соединений разделяются на I, II и III категории. Методы и объемы контроля качества сварных соединений указаны в таблице 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1 – Тип швов сварных соединений

Категория швов сварных соединений	Тип швов сварных соединений, и характеристика условий их эксплуатации
1	2
I	<p>1. Поперечные стыковые швы, воспринимающие растягивающие напряжения $\sigma_p \geq 0,85 \cdot R_y$ (в растянутых поясах и стенках балок, элементов ферм, стенках резервуаров и газгольдеров и т.п.).</p> <p>2. Швы тавровых, угловых, нахлесточных соединений, работающие на отрыв, при растягивающих напряжениях, действующих на прикрепляемый элемент $\sigma_p \geq 0,85 \cdot R_y$, и при напряжениях среза в швах $\tau_{yш} \geq 0,85 \cdot R_{wf}$.</p> <p>3. Швы в конструкциях или в их элементах, относящихся к I группе по классификации СНиП II-23-81*, а также в конструкциях II группы в климатических районах строительства с расчетной температурой ниже минус 40 °С (кроме случаев, отнесенных к типам 7-12)</p>

продолжение таблицы 2.1

1	2
II	<p>4. Поперечные стыковые швы, воспринимающие растягивающие напряжения $0,4 \cdot R_y \leq \sigma_p \leq 0,85 \cdot R_y$, а также работающие на отрыв швы тавровых, угловых, нахлесточных соединений при растягивающих напряжениях, действующих на прикрепляемый элемент $\sigma_p < 0,85 \cdot R_y$, и при напряжениях среза в швах $\tau_{уш} < 0,85 \cdot R_{wf}$ (кроме случаев типа 3).</p> <p>5. Расчетные угловые швы, воспринимающие напряжения среза $\tau_{уш} > 0,75 \cdot R_{wf}$, которые соединяют основные элементы конструкций II и III групп (кроме случаев, отнесенных к типам 2 и 3).</p>
III	<p>6. Продольные стыковые швы, воспринимающие напряжения растяжения или сдвига.</p> <p>7. Продольные (связующие) угловые швы в основных элементах конструкций II и III групп, воспринимающие растягивающие напряжения (поясные швы элементов составного сечения, швы в растянутых элементах ферм и т.д.).</p> <p>8. Стыковые и угловые швы, прикрепляющие к растянутым зонам основных элементов конструкций узловые фасонки, фасонки связей, упоры и т.п.</p> <p>9. Поперечные стыковые швы, воспринимающие сжимающие напряжения.</p> <p>10. Продольные стыковые швы и связующие угловые швы в сжатых элементах конструкций.</p> <p>11. Стыковые и угловые швы, прикрепляющие фасонки к сжатым элементам конструкций.</p> <p>12. Стыковые и угловые швы во вспомогательных элементах конструкций (конструкции IV группы)</p>

Таблица 2.2 – Методы и объемы контроля качества сварных соединений

Метод контроля, ГОСТ	Тип контролируемых швов по таблице 8 [25]	Объем контроля	Примечания
1	2	3	4
Внешний осмотр и измерение	Все	100%	Результаты контроля швов типов 1-5 по таблице 8 должны быть оформлены протоколом
Ультразвуковой (ГОСТ 14782)	1 и 2	100%	-
Радиографический (ГОСТ 7512)	3	10%	Без учета объема, предусмотренного для швов типов 1 и 2 То же"
	4	5%	
	5 и 8	1%	
Механические испытания (ГОСТ 6996)	Тип контролируемых соединений, объем контроля и требования к качеству должны быть оговорены в проектной документации с учетом 12.2 настоящего документа [25]		
Примечания			
1 Методы и объем контроля сварных соединений в узлах повышенной жесткости, где увеличивается опасность образования трещин, должны быть дополнительно указаны в проектной документации.			
2 В конструкциях и узлах, характеризующихся опасностью образования холодных и слоистых трещин в сварных соединениях, контроль качества следует производить не ранее, чем через двое суток после окончания сварочных работ.			

Контроль должен осуществляться на основании требований соответствующих стандартов и нормативно-технической документации. Заключение по результатам контроля должно быть подписано дефектоскопистом, аттестованным на уровень не ниже 2-го разряда.

Сварные швы, для которых требуется контроль с использованием физических методов (ультразвукового, капиллярного, механических испытаний и объем такого контроля должны быть отмечены в проектной документации в соответствии с требованиями стандарта предприятия, разрабатывающего чертежи.

Выборочному контролю в первую очередь должны быть подвергнуты швы в местах их взаимного пересечения и в местах с признаками дефектов. Если в результате выборочного контроля установлено неудовлетворительное качество шва, контроль должен быть продолжен до выявления фактических границ дефектного участка [27].

2.3 Методы проектирования

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в курсовом проекте:

Обзор литературы – это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме современные способы импульсно-дуговой сварки.

Расчетным методом рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть.

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки перекрытия, сборочно-сварочное приспособление.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологического процесса изготовления рамы поворотной, и проектирование сварочного участка.

При выполнении выпускной квалификационной работы требуется решить следующий ряд задач:

- разработать участок сборки и сварки рамы поворотной;
- произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- рассчитать режимы сварки и выбрать необходимое сварочное оборудование;
- произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;
- определить потребный состав всех основных элементов производства;
- произвести расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки и сварки.

Все вышеперечисленные разработки должны обеспечить качество, технологичность и экономичность процесса изготовления изделия при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Перекрытие – это цельносварная конструкция из элементов листового проката и литья, которая изготовлена из следующих марок сталей 10ХСНД, 12ДН2ФЛ, 14ХГ2САФД.

Химический состав и механические свойства стали 10ХСНД приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 10ХСНД (ГОСТ 19281-89), % [28]

<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>C</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
0,80-1,10	0,50-0,80	0,60-0,90	0,50-0,80	0,4-0,60	Не более				
					0,12	0,040	0,035	0,08	0,012

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 10ХСНД [28]

σ_b , МПа	σ_m , МПа	δ_5 , %	KCU_{40} МДж/м ²
510	390	19	44

Химический состав и механические свойства стали 12ДН2ФЛ приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали 12ДН2ФЛ (ГОСТ 977-88), % [28]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Ni</i>	<i>V</i>	<i>Cu</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
0,08-0,16	0,2-0,4	0,4-0,9	1,8-2,2	0,08-0,15	1,2-1,5	Не более	
						0,035	0,035

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 12ДН2ФЛ [28]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	KCU_{40} МДж/м ²
540	638	12	20	0,294

Химический состав и механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав стали 14ХГ2САФД (ТУ 14-1-4632-93) в % [29]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cu</i>	<i>N</i>	<i>V</i>	<i>Al</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
							Не более			
0,12-0,18	1,4-1,9	0,4-0,7	0,1-0,4	0,01-0,02	0,04-0,08	0,01-0,05	0,05	0,3	0,035	0,02

Таблица 3.6 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [29]

σ_m , МПа	σ_s , МПа	δ_5 , %	KCU_{40} МДж/м ²
490-735	590-835	16	59

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [30].

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;

- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле [31]:

$$C_{\text{экв}} = C + 2 \cdot S + (P/3) + ((Si - 0,4)/4) + (Ni/8) + ((Mn - 0,8)/8) + (Cu/10) + (Cr - 0,8/10), \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Для определения стойкости конструкционного металла против образования трещин определим фактор склонности по формуле [31]:

$$HSC = \frac{C \cdot (S + P + 0,04 \cdot Si + 0,01 \cdot Ni) \cdot 10^3}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V}, \quad (3.2)$$

Если HSC меньше 4 склонность к образованию трещин отсутствует.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$HSC = \frac{0,12 \cdot (0,040 + 0,035 + 0,04 \cdot 0,8 + 0,01 \cdot 0,5) \cdot 10^3}{3 \cdot 0,8 + 0,9 + 0} = 4,073,$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 12ДН2ФЛ:

$$C_{\text{экв}} = 0,08 + 2 \cdot 0,035 + (0,035/3) + ((0,2 - 0,4)/4) + (1,8/8) + ((0,4 - 0,8)/8) + (1,2/10) + (0 - 0,8/10) = 0,327\%.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + 2 \cdot 0,02 + (0,035/3) + ((0,4 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((1,4 - 0,8)/8) + (0,1/10) + (0,05 - 0,8/10) = 0,219\%.$$

Сталь 10ХСНД – низколегированная конструкционная ГОСТ19281-73 [32]. Сталь 12ДН2ФЛ – для отливок легированная ГОСТ 977-88 [32]. . Сталь 14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная по ТУ 14-1-4632-93 [29]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [32]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей

среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способы сварки при разработке технологии следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности.

Для сталей 10ХСНД, 12ДН2ФЛ, 14ХГ2САФД рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в среде защитных газов $Ar+CO_2$ электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [30].

В цеховых условиях рекомендуется механизированный способ сварки. Так как изделие, которое мы будем рассматривать состоит из металла большой толщины, то на основе этого и учитывая раздел обзор литературы выбираем механизированную сварку плавящимся электродом в смеси защитного газа ($Ar+CO_2$) режимом *SpeedArc*. Процесс *SpeedArc* нацелен на повышение качества сварных соединений из толстолистового металла, обеспечивает гарантированное проплавление в корне шва.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

По рекомендациям конструкторской документации для сварки в среде защитных газов выбираем сварочную проволоку Св-08ГСМТ ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра. Химический состав проволоки Св-08ГСМТ представлен в таблице 3.7.

Таблица 3.7– Химический состав проволоки Св-08ГСМТ [33]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Ti</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>
				не более			
0,06-0,11	1,0-1,3	0,4-0,7	0,05-0,12	0,025	0,03	0,3	0,3

Свойства металла шва $\sigma_s = 560 \text{ МПа}$; $\delta = 24 \%$ [33].

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010 – *M21 – ArCO₂*).

Двуокись углерода – бесцветный, неядовитый, тяжелее воздуха. Он хорошо растворяется в воде. Жидкая углекислота – бесцветная жидкость, плотность которой сильно изменяется с изменением температуры. Вследствие этого поставляется по массе, а не по объёму. При испарении 1 кг углекислоты образуется 509 литров двуокиси углерода.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Состав CO_2 , в % [32]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
CO_2 (не менее)	99,8	99,5	98,8
CO (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20 ⁰ C (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	Не проверяют

В качестве инертного газа в смесь входит аргон по ГОСТ 10157-79. Состав приведён в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Состав Ar , в % [32]

Содержание	Сорт	
	Высший сорт	Первый сорт
Объемная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
Объемная доля кислорода, %, не менее	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не менее	0,005	0,01

3.2 Выбор основного оборудования

Согласно проведенному обзору литературы выбираем источник сварочного тока и сварочный аппарат фирмы *Lorch* для механизированной сварки металла больших толщин с технологией *SpeedArc*. Для сварки в среде защитного газа плавящимся электродом по технологии *SpeedArc* нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I = 100-400$ А, напряжение сварки $U = 18-32$ В. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный полуавтомат *Lorch S5* [34], его характеристики приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Технические характеристики полуавтомата *Lorch S5* [34]

Характеристики	Значение
1	2
Сварка <i>MIG/MAG</i> , А	25–400
Регулировка напряжения	Плавная
Сварочный газ	Смешанный газ + CO_2
Сварочная проволока	
Сталь Ø, мм	0,6–1,2
Алюминий Ø, мм	1,0–1,6
<i>CuSi</i> Ø, мм	0,8–1,2

продолжение таблицы 3.10

Продолжительность включения (ПВ) по стандарту <i>DIN EN 60974-1</i> при 40 °C	
Ток при 100 % ПВ, А	320
Ток при 60 % ПВ, А	350
ПВ при макс. токе, %	50
Аппарат	
Сетевое напряжение, В	3~400
Доступные перепад в сети, %	+/-15
Сетевой предохранитель инерционный, А	32
Размер (Д x Ш x В), мм	1116 x 463 x 812
Масса источника, кг	97,3
Масса подающего, кг	20,2

Импульсный сварочный полуавтомат *Lorch* серии *S* с цифровым управлением – пропуск в профессиональный мир импульсной сварки. Импульсный сварочный полуавтомат *Lorch* серии *S* обеспечивает стандартную импульсную сварку *MIG/MAG* идеального промышленного качества. Преимущества не вызывают сомнений:

- практически отсутствие брызг;
- оптимальный контроль сварочной ванны;
- контролируемый перенос капель металла;
- превосходный внешний вид шва.
- экономия времени на доработку шва.

Работа импульсного полуавтомата *Lorch* отличается сверхбыстрым автоматическим регулированием. За миллисекунды импульсный сварочный полуавтомат с режимом импульсной сварки реагирует на любые изменения, что позволяет оптимально управлять сварочным процессом. Импульсные сварочные полуавтоматы *Lorch* серии *S* отличаются отличной продолжительностью включения, концепцией управления «Три шага до начала

сварки» и прочным промышленным корпусом. Вы можете в любое время индивидуально изменить настройки вашего импульсного сварочного полуавтомата *Lorch* в соответствии с новыми задачами и дооснастить его всеми процессами *Speed: SpeedPulse, SpeedArc, SpeedUp*, а также новым процессом *SpeedRoot*. Благодаря установленным *Speed*-процессам вы можете увеличить скорость сварки на вашем импульсном сварочном полуавтомате на 48%.

В сварочных полуавтоматах *Lorch* серий *S* и *S-SpeedPuls* реализована возможность регулировки динамики сварочной дуги – функция ХТ (запатентовано *Lorch*). Благодаря регулировки динамики процесс сварки становится еще более стабильным. *ХТ* объединяет все лучшие характеристики, что создает более простую, комфортную, лучшую в управлении импульсную сварку с регулировкой напряжения. Улучшения [34]:

- улучшенная сварка зазоров путем изменения вылета электрода;
- активное противодействие отклонениям дуги путем уменьшения длины дуги (уменьшая расстояние горелка – деталь);
- лучший контроль при сварке в ограниченном пространстве: угловые соединения и т.д.;
- стабильность без скачков напряжения/тока;
- малое образование брызг;
- без слышимых изменений частоты;
- при *speedpulse xt* – умеренная регулировка длины дуги;
- простой и удобный процесс сварки;
- уменьшение затрат на обработку детали после сварки.

3.3 Технологические режимы сварки

В 2016 году *LORCH* обрадовал разработкой и внедрением новых возможностей в регулировке сварочной дуги, а именно ее длины и динамики в импульсных сварочных полуавтоматах *Lorch S* и *Lorch S SpeedPulse* – функция

ХТ (данные аппараты используют технологию *SpeedArc*). Данный процесс был создан и запатентован исключительно *LORCH*, что ставит данного производителя на ступень выше среди конкурентов и аналогов. Благодаря внедрению новой технологии *ХТ*, сварочный процесс становится еще более стабильным, а сварка совершеннее.

С приходом синергетического управления, процесс сварки стал проще. Например, в сварочных полуавтоматах *LORCH* для настройки сварщику необходимо только выбрать металл, диаметр проволоки и используемый защитный газ. Далее выбирается толщина свариваемого металла, а все остальные параметры, в том числе напряжение и скорость подачи проволоки, выставляется аппаратом самостоятельно. В процессе сварки вручную сварщик лишь корректирует скорость подачи проволоки [35].

3.4 Выбор оснастки

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных и других видов работ. Применение сварочных приспособлений позволяет уменьшить трудоемкость работ; повысить производительность труда; сократить длительность производственного цикла; улучшить условия труда; повысить качество продукции; расширить технологические возможности сварочного оборудования; способствует повышению комплексной механизации и автоматизации производства и монтажа сварных изделий [36].

К конструкциям сварочных приспособлений предъявляется целый ряд требований [37]:

- удобство в эксплуатации (предполагает доступность к местам установки деталей, зажимным устройствам и устройствам управления, местам

- наложения прихваток и сварных швов, удобные позы рабочего, минимум его наклонов и хождений и другие требования научной организации труда);
- обеспечение заданной последовательности сборки и наложения швов в соответствии с разработанным технологическим процессом;
- обеспечение заданного качества сварного изделия (приспособление должно быть достаточно прочным и жестким, а закрепляемые детали оставаться в требуемом положении без деформирования их при сварке);
- возможность использования сварочных приспособлений типовых, унифицированных, нормализованных и стандартных деталей, узлов и механизмов (это способствует снижению их себестоимости приспособлений, сроков их проектирования и изготовления, повышению ремонтоспособности и т.п.).
- обеспечение сборки всей конструкции с одной установки, наименьшего числа поворотов при сборке и прихватке (сварке), свободного съема собранного и сваренного (прихваченного) изделия или монтажного приспособления;
- обеспечение быстрого отвода тепла от места сварки для уменьшения коробления, заданного угла поворота изделия, свободной установки и съема изделия, свободного доступа для осмотра, наладки и контроля;
- технологичность деталей и узлов приспособления, а также приспособления в целом;
- использование механизмов для загрузки, подачи и установки деталей, снятия, выталкивания и выгрузки собранного изделия, применения других средств комплексной механизации.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют цель – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия.

В данной работе для перемещения деталей и узлов по сборочно-сварочному участку используем подвесной кран-балку грузоподъемностью до 5 тонн, в связи с тем, что проектируемое изделие имеет большую массу, а так же мостовой кран грузоподъемностью до 10 тонн, для предохранения от брыз пазы замков используем валы цеха.

3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы

В современном серийном сварочном производстве, существуют определенные принципы построения маршрута выпуска изделия. Так, при изготовлении продукции, включающей в себя некоторое количество деталей, на первом этапе из соответствующих элементов изготавливают сборочные единицы. Затем из сборочных единиц производят полную сборку изделия.

Производственный процесс изготовления перекрытия состоит из операций: заготовительной, комплектовочной, сборочных, сварочных, слесарной, контрольной, транспортной.

Заготовительную операцию следует разбить как бы на две подоперации: начальную обработку проката и изготовление деталей. Предварительная обработка металла включает зачистку, правку, вырезку заготовок из проката. Металл, прошедший предварительную обработку, поступает в заготовительное отделение цеха, где последовательно проходит ряд производственных операций по изготовлению деталей.

Сборка должна обеспечить точное взаимное расположение деталей и минимальные зазоры между ними.

Сварка является одной из основных операций изготовления сварочного изделия. Она осуществляется в соответствии с технической документации и техническими условиями на сварку. Качество сварного изделия зависит от целого ряда факторов: правильности выбора сварочных материалов,

оборудования, материала изделия, пространственного положения швов, квалификации сварщика и многих других.

Слесарная операция необходима для зачистки сварочного изделия от брызг расплавленного металла, правки изделия, если это необходимо.

Транспортная операция обеспечивает связь между отдельными рабочими местами, осуществляет перемещение материалов, деталей, сборочных единиц. Она осуществляется как при помощи межоперационного, так и внутрицехового, напольного транспорта.

Важное место в процессе производства изделия занимает операция контроля качества. Управление качеством сварки должно предусматривать контроль всех факторов, от которых зависит качество продукции. Основные из них можно условно сгруппировать как технологические и конструктивные. Служба и система контроля в сварочном производстве должна предусматривать проверку основных технологических факторов, исходных материалов, оборудования, квалификации рабочих, технологического процесса и т. п.

Технологический процесс сборки и сварки перекрытия начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплекточной карте.

На рисунке 3.1 показана технологическая схема сборки перекрытия.

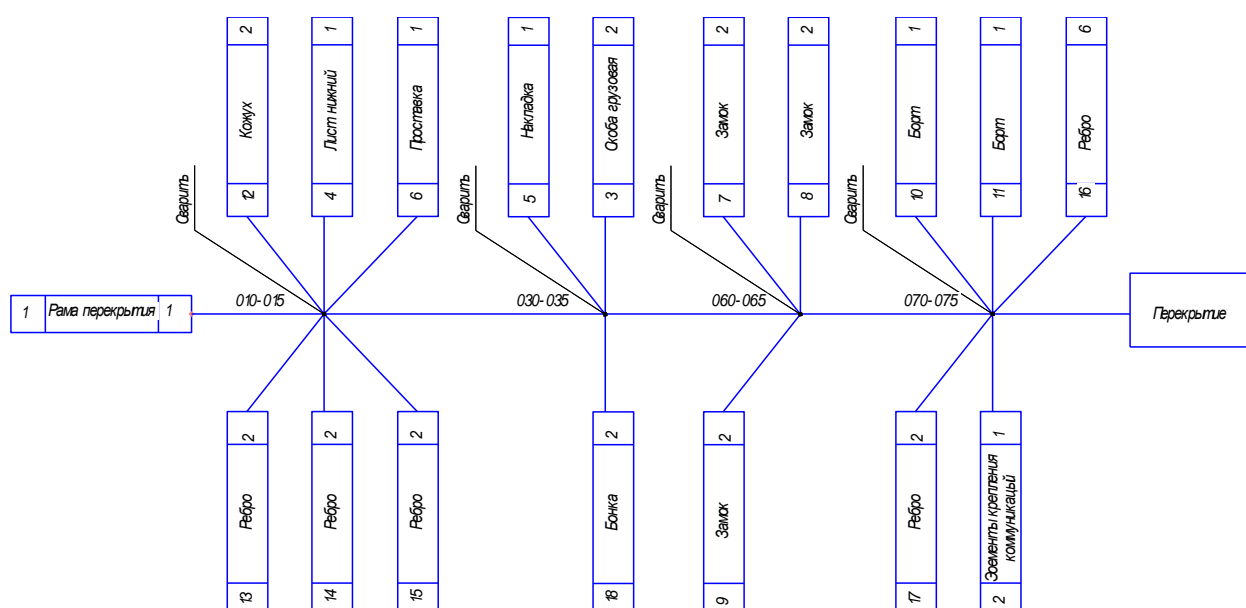


Рисунок 3.1 – Технологическая схема сборки перекрытия

3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки.

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [38].

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств, сплошности и формы шва, свойств и сплошности околошовной зоны, что приводит к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия.

Дефекты могут быть допустимыми и недопустимыми. Вид и размер допустимых дефектов обычно указывается в технических условиях или стандартах на данный вид изделия.

При готовой сборочной единицы контролю подлежит:

- 100 % осмотр сварных швов (визуальный и измерительный контроль);
- не менее 0.5% от длины шва ультразвуковой контроля УЗК
- контроль капиллярный обозначенных швов согласно указаниям, в конструкторской документации;

На участке сборки и сварки перекрытия ФЮРА.МКЮ.4У.56.021.000.021.000 СБ используются следующие методы контроля качества: ВИК (визуально и измерительный контроль) по РД 03.606.03. Для проведения визуального и измерительного контроля выбираем комплект ВИК “Инспектор”. Ультразвуковой контроль по РДИ 38.18.016-94. Для проведения ультразвукового контроля выбираем дефектоскоп “А1212 Мастер”. Согласно конструкторским требованиям, отмеченные швы проверяют капиллярным методом дефектоскопии (метод красок) по ГОСТ 18442-80.

3.6.1 Визуальный и измерительный контроль

Визуальный и измерительный контроль (ВИК) относится к числу наиболее дешевых, быстрых и в тоже время информативных методов неразрушающего контроля. Данный метод является базовыми и предшествует всем остальным методам дефектоскопии. Внешним осмотром (ВИК) проверяют качество подготовки и сборки заготовок под сварку, качество выполнения швов в процессе сварки, а также качество основного металла. Цель визуального контроля – выявление вмятин, заусенцев, ржавчины, прожогов, наплывов, и прочих видимых дефектов.

Визуальный и измерительный контроль может проводиться с применением простейших измерительных средств, в том числе невооруженным глазом или с помощью визуально-оптических приборов до 20ти кратного увеличения, таких как лупы, эндоскопы и зеркала. Несмотря на техническую простоту, основательный подход к проведению визуального и измерительного контроля, предусматривает разработку технологической карты - документа, в котором излагаются способы и последовательность выполнения работ [39].

3.6.3 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля

Визуальный и измерительный контроль рекомендуется выполнять на стационарных участках, которые должны быть оборудованы рабочими столами, стендами, роликоопорами и другими средствами, обеспечивающими удобство выполнения работ

Участки контроля, особенно стационарные, рекомендуется располагать в наиболее освещенных местах цеха, имеющих естественное освещение. Для

создания оптимального контраста дефекта с фоном в зоне контроля необходимо применять дополнительный переносной источник света, то есть использовать комбинированное освещение. Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк.

Окраску поверхностей стен, потолков, рабочих столов и стенов на участках визуального и измерительного контроля рекомендуется выполнять в светлых тонах (белый, голубой, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей (сборочных единиц, изделий).

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм (рис.2) [40].

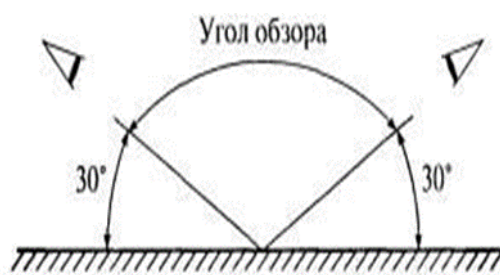


Рисунок 2. Условия визуального контроля

3.6.4 Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений.

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений выполняется при производстве сварочных работ и на стадии приемосдаточного контроля готовых сварных соединений. В случае если контролируется многослойное сварное соединение, визуальный контроль и регистрация его

результатов могут проводиться после выполнения каждого слоя (послойный визуальный контроль в процессе сварки). Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется в случае невозможности проведения ультразвукового или радиационного контроля, а также по требованию Заказчика или в соответствии с ПТД.

В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать: отсутствие (наличие) поверхностных дефектов и геометрических параметров сварного шва.

3.6.5 Ультразвуковой контроль

Ультразвуковой метод контроля (УЗК) позволяет выявить скрытые дефекты сварных швов: пустоты, трещины, непровары, разнородный химический состав, механические повреждения и т.д.

Ультразвуковой контроль основан на способности ультразвуковых волн проникать в металл на большую глубину и отражаться от находящихся в нем дефектных участков. В процессе контроля пучок ультразвуковых колебаний от вибрирующей пластинки щупа (пьезокристалла) вводится в контролируемый шов. При встрече с дефектным участком ультразвуковая волна отражается от него и улавливается другой пластинкой щупом, которая преобразует ультразвуковые колебания в электрический сигнал [41].

3.6.7 Подготовка поверхности к контролю

Ширина зоны сканирования должна быть достаточной для проведения указанного объема контроля. В качестве альтернативы ширина поверхности

сканирования может быть уменьшена, если проведение контроля указного объема может быть достигнут при сканировании с обеих поверхностей сварного соединения (верхней и нижней).

Поверхность сканирования должна быть ровной и не иметь загрязнений, которые могут негативно повлиять на акустический контакт (например, ржавчина, рыхлая окалина, брызги металла, зарубки, бороздки). Зазор между поверхностью и преобразователем в результате волнистости изделия не должен быть более 0,5 мм. При необходимости, следует профилировать преобразователь по кривизне поверхности. Допускаются локальные нарушения формы поверхности, например, вдоль кромки шва, которые приводят к увеличению зазора до 1 мм, при условии использования при контроле с данной стороны сварного соединения как минимум одного дополнительного угла ввода. Это дополнительное сканирование необходимо, чтобы компенсировать уменьшение проконтролированного объема из-за зазора такого размера [42].

3.6.8 Капиллярный метод (метод красок)

Капиллярные методы основаны на капиллярном проникании индикаторных жидкостей в полости поверхностных и сквозных несплошностей материала объектов контроля и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом или с помощью преобразователя. Капиллярные методы предназначены для обнаружения поверхностных и сквозных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности (для протяженных дефектов типа трещин) и ориентации по поверхности [43].

В необходимых случаях для обнаружения следа дефекта и расшифровки результатов контроля применяют различные средства осмотра (лупы, бинокулярные стереоскопические микроскопы, зеркала) в условиях, обеспечивающих освещенность объекта контроля, соответствующую правилам эксплуатации этих средств.

3.6.9 Требования к выполнению капиллярного метода

контроля

Подготовка объектов к контролю включает очистку контролируемой поверхности и полостей дефектов от всевозможных загрязнений, лакокрасочных покрытий, моющих составов и дефектоскопических материалов, оставшихся от предыдущего контроля, а также сушку контролируемой поверхности и полостей дефектов

Температура контролируемого объекта и индикаторного пенетранта должна быть в пределах, указанных в технической документации на данный дефектоскопический материал и объект контроля.

При цветном и ахроматическом методах капиллярной дефектоскопии с визуальным способом выявления дефектов следует применять комбинированное освещение (к общему освещению добавляют местное). Применять одно общее освещение допускается в случаях, когда по условиям технологии использовать местное освещение невозможно. На стационарных рабочих местах применять только местное освещение не допускается.

Основными этапами проведения капиллярного неразрушающего контроля являются:

- подготовка объекта к контролю;
- обработка объекта дефектоскопическими материалами;
- проявление дефектов;
- обнаружение дефектов и расшифровка результатов контроля;
- окончательная очистка объекта.

3.7 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки [44].

Разработка технологических процессов включает:

1. расчленение изделия на сборочные единицы;
2. установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами [44].

Технологический процесс сборки и сварки перекрытия механизированной крепи начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

Изготовление перекрытия механизированной крепи начинается на сборочно-сварочном приспособлении, на котором собираются и свариваются проставка поз. 6, кожух поз. 12 (2 шт.), лист нижний поз. 4 и ребра поз. 13 (2 шт.), поз. 14 (2 шт.) и поз. 15 (2 шт.) (операции 010-015). Потом выполняют

зачистку сварных швов и контроль (операции 020-025). Затем устанавливается и приваривается накладка поз. 5, скоба грузовая поз. 3 (2 шт.) и бонка поз. 18 (2 шт.) (операции 030-035). Далее выполняется зачистка и контроль (операции 040-050). После полученная сборочная единица отправляется на мехобработку по отдельному ТП (операция 055). Затем сб. ед. снова устанавливается на сборочно-сварочное приспособление, где собираются и свариваются замки поз. 7 (2 шт.), поз. 8 (2 шт.) и поз. 9 (2 шт.) (операции 060-065). После устанавливается и свариваются борта поз. 10 и поз. 11, ребра поз. 16 (6 шт.) и поз. 17 (2 шт.), элемент крепления коммуникаций поз. 2 (операции 070-075). Там же производится слесарная обработка и контроль (операции 080-085).

Технологический процесс производства перекрытия приведен в приложении В.

3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [45]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \cdot L + t_{в.и}. \quad (3.3)$$

где $T_{н.ш-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время;

L – длина сварного шва по чертежу;

$t_{в.и}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{н.ш-к} = (T_о + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.4)$$

где $T_о$ – основное время сварки;

$t_{в.ш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва.

$a_{обс.}, a_{от.л}, a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительную работу, % к оперативному времени.

Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [43].

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \cdot n. \quad (3.5)$$

Время сварки для шва №4 ГОСТ 14771-76 Т1-14:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} + \frac{53,3 \cdot 7,85 \cdot 60}{400 \cdot 15} \cdot 2 = 10,61 \text{ мин.}$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм²,

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Определим время на операцию 010.

1. Масса детали поз. 12 (2 шт.) $m_1=4,94$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_2= 0,47 \cdot 2=0,94$ мин.; масса детали поз. 6 $m_2=23,3$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_3= 1,6$ мин.; масса детали поз. 4 $m_3=112,2$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_4= 1,8$ мин.; масса детали поз. 13 (2 шт.) $m_4=2,2$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_5= 0,4 \cdot 2=0,8$ мин.; масса детали поз. 14 (2 шт.) $m_5=2,2$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_6= 0,4 \cdot 2=0,8$ мин.; масса детали поз. 15 (2 шт.) $m_6=2,2$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_7= 0,4 \cdot 2=0,8$ мин.; масса детали поз. 1 $m_8=2029,715$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_8= 4$ мин.;

2. Клеймение $t_8= 2,1$ мин.

$$t_{в.и} = 0,94+1,6+1,8+0,8+0,8+0,8+4+2,1=12,84 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 015

1. Найдем время на прихватку:

$$1) 0,15 \cdot 82 = 12,3 \text{ мин.},$$

Клеймение:

$$2) 2,1 \text{ мин.}$$

$$3) t_{\text{в.и}} = 12,3 + 2,1 = 14,4 \text{ мин.},$$

$$4) T_{\text{н.ш-к}} = (10,61 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 14,23 \text{ мин.},$$

$$T_{\text{ш}} = 14,23 \cdot 2,44 + 14,4 = 49,61 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции и сведем в таблицу 3.13.

Таблица 3.13 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления перекрытия

№ опер.	Наименование операции	$T_{\text{шт}}$, мин.
1	2	3
005	Комплектование	-
010	Сборка	12,84
015	Сварка	49,61
020	Слесарная	16,8
025	Контроль	22,1
030	Сборка	7,62
035	Сварка	284,54
040	Слесарная	88,2
045	Контроль	15,6
050	Контроль	9,1
055	Обработка резанием	-
060	Сборка	7,66
065	Сварочная	27,97
070	Сборка	31,22
075	Сварка	293,06
080	Слесарная	83,4

продолжение таблицы 3.13

085	Контроль	22
Итого:		971,72

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_m = m \cdot m_o, \quad (3.6)$$

где m – вес одного изделия, 2410 кг;

m_o – коэффициент отходов, $m_o = 1,3$;

$$m_m = 2410 \cdot 1,3 = 3133 \text{ кг},$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в среде защитных газов [45]:

$$M_{ЭП} = K_{Р. П.} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{НО}, \quad (3.7)$$

где $K_{Р. П.}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{Р. П.} = 1,02 \dots 1,03$; принимаем $K_{Р. П.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$;

$M_{Н.о.}$ – масса наплавленного металла;

$$M_{ЭП} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 37,54 = 42,533 \text{ кг}.$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [45]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \cdot t_c, \quad (3.8)$$

где $q_{з.г.}$ – расход защитного газа, для сварочного полуавтомата Lorch S5 13-15 л/мин

t_c – общее время сварки для одного изделия

$$Q_{з.г.} = 15 \cdot 619,2 = 9288 \text{ л.}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [45]:

$$W_{тэ} = \sum \left(\frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.9)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{тэ} = W_{тэ} \cdot Ц_{э.э.}, \quad (3.10)$$

где $W_{тэ}$ – расход технологической электроэнергии; Вт·ч;

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 5,63$ руб/кВт·ч;

$$W_{тэ} = \frac{28 \cdot 280 \cdot 1,032}{0,82} + \frac{32 \cdot 400 \cdot 9,289}{0,82} + 0,4 \cdot \left(\frac{10,321}{0,7} - 10,321 \right) = 154871 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$З_{тэ} = 154,871 \cdot 5,63 = 871,92 \text{ руб.}$$

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства.

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [46].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении перекрытия применяется приспособление сборочно-сварочное, на котором для крепления деталей используются упоры и прижимы.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

Закрепление шаблонов в сварочном приспособлении осуществляется винтом. Резьбовое крепление – самое распространенное в конструкции приспособлений. Резьба может применяться самая разнообразная, но

рекомендуется метрическая. Такая резьба, обеспечивая условие самоторможения. Усилие зажима P , кгс, определяется по формуле [47]:

$$P = \frac{Q \cdot L}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + 0,3 \cdot \mu \cdot d_1}, \quad (4.1)$$

где Q – усилие на ключе или рукоятке, Н;

L – радиус рукоятки, мм;

r_{cp} – средний радиус резьбы, мм.;

α – угол наклона резьбы, градус;

ρ – угол трения в резьбовой паре, градус (для метрической резьбы $\rho = 6^\circ 34'$);

μ – коэффициент трения скольжения на торце винта, $\mu = 0,1$;

d_1 – диаметр контактного кольца между винтом и пятой, мм.

Угол трения в резьбе зависит от вида резьбы. Приведенный угол трения определяется выражением:

$$\rho = \frac{f}{\cos \beta}, \quad (4.2)$$

где $f = 0,1$ – коэффициент трения скольжения;

β – половина угла при вершине профиля резьбы. Для метрической резьбы $\beta = 30^\circ$, тогда $\rho = 6^\circ 40'$.

Определим усилие зажима, передаваемое болтом. Для болта диаметром 14 мм усилие на рукоятке $Q = 10$ Н.; средний радиус резьбы $r_{cp} = 6,46$ мм.; вылет рукоятки $L = 0,15$ м.; угол подъема винтовой линии $\alpha = 2^\circ 28'$.

$$P = \frac{10 \cdot 0,15 \cdot 10^3}{6,46 \cdot \operatorname{tg}(2^\circ 28' + 6^\circ 40') + 0,3 \cdot 0,1 \cdot 14} = 585 \text{ кгс.}$$

4.3 Работа сборочно-сварочного приспособления

Приспособление ФЮРА.000001.021.00.000 СБ предназначено для сборки и сварки бортов. Приспособление состоит из сварочного стола, 4 стойки, 3 упора, 3 винтовых прижима и 6 самофиксирующих болтов.

Борт позиции 10 устанавливаем по упорам и прижимаем их. Также борт позиции 11 прижимаем с боков прижимами. После того, как прижали борт позиции 10 и 11 в нужном положении прихватываем их и производим механизированную сварку в среде защитных газов.

5 Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [48].

Для проектируемого участка сборки и сварки перекрытия принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран – балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

Максимальный размер собираемых деталей составляет и габариты готового изделия составляют 2341x1460 мм, поэтому площади места под складирование деталей и склад готовых изделий: $S_1 = 8,36 \text{ м}^2$ (2388x3500 мм) и $S_2 = 17,5 \text{ м}^2$ (2500x7000 мм).

5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [45].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d}, \quad (5.1)$$

где T_r – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \cdot T, \quad (5.2)$$

где N – годовая программа выпуска продукции, $N = 500$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-085:

$$T_r = 500 \cdot \frac{12,84 + 58,22 + 16,8 + 22,1 + 7,62 + 269,01 + 88,2 + 15,6 + 9,1 + 7,66 + 20,42}{60} + \frac{31,22 + 367,41 + 83,4 + 22}{60} = 8098 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени в две смены равен 3952 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 5\% = 3952 - 5\% = 3754 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{8098}{3754} = 2,16,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p' = 3$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{2,16}{3} = 0,716.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 8064 \text{ ч.}$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1734 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных [43]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{8098}{1976} = 4,1. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{яв}} = 5$. В первую смену работает 3 человек, а во вторую смену работает 2 человека.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{СП}} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{8098}{1734} = 4,67. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{СП}} = 5$.

Вспомогательных рабочих (30% от количества основных рабочих) – 2;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [48].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;
- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;
- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [48].

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

На сварочном участке расположены три сборочно-сварочных приспособления, сварочный полуавтомат Lorch S5, перемещение деталей осуществляется кран-балкой $Q=2$ т и краном мостовым $Q=5$ т перемещаются готовые изделия.

6 Финансовый менеджмент

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления перекрытия крепи механизированной ФЮРА.МКЮ.4У.021.000.000 СБ.

Изготавливаемое изделие, перекрытие МКЮ.4У, является одной из основных частей крепи МКЮ.4У. Крепь механизированная МКЮ.4У поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Крепь оснащается устройствами якорения, правки, а также корректировки трассы и удержания лавного конвейера.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.021.00.000 СБ, на котором для фиксации деталей используются упоры и прижимы.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат Lorch S5 [35].

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса. Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления основания приведены в таблице 3.13.

Определение приведенных затрат производят по формуле [49]:

$$Z_{\text{п}} = C + E_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.1)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд·год;

$E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, (руб/год)/руб;

K – капитальные вложения в производственные фонды, руб/изд.год.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов:

$$K = K_o + K_{\text{п}} + K_{\text{п.о.}} + K_{\text{зд}}, \quad (6.2)$$

где K_o – стоимость сварочного оборудования;

$K_{\text{п}}$ – стоимость приспособлений;

$K_{\text{п.о.}}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$K_{\text{зд}}$ – стоимость части здания, приходящегося на оборудование и приспособления.

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [44]:

$$K_{\text{co}} = \sum_{i=1}^n \Pi_{\text{oi}} \cdot O_i \cdot \mu_{\text{oi}}, \quad (6.3)$$

где C_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

Цены на оборудование (смотреть таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [35]

Наименование оборудования	C_o , руб
Lorch S5 3 шт.	701816,55

$$K_{co}=701816,55 \cdot 3 \cdot 0,716=1507475 \text{ руб.} \cdot \text{год.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	K_{co} , руб. · год
Lorch S5 3 шт.	1507475
Итого	1507475

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [44]:

$$K_{пр} = \sum_{j=1}^m K_{прj} \cdot P_j \cdot \mu_{пj}, \quad (6.4)$$

где $K_{прj}$ – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.; [60]

P_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

$\mu_{пj}$ – коэффициент загрузки j -го приспособления.

$$K_{пр}=250000 \cdot 3 \cdot 0,716=536990 \text{ руб.} \cdot \text{год.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	$C_{пр}$, руб	C_n , шт	$K_{пр}$, руб/ед.год
Приспособление ФЮРА.000001.021.00.000 СБ	250000	3	536990
ИТОГО			536990

6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью $Q = 2$ т. определяют по формуле:

$$K_{п.о.} = Ц_{п.о.} \cdot n_{п.о.}, \quad (6.5)$$

где $Ц_{п.о.}$ – оптовая цена единицы подъемно-транспортного оборудования, руб.
[61]

$n_{п.о.}$ – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

$$K_{п.о.} = 185000 \cdot 1 = 185000 \text{ руб.}$$

6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [49]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{Oi} \cdot K_f \cdot h \cdot Ц_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

где S_{Oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, $\text{м}^2/\text{ед.}$

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 165 \text{ м}^2$,

K_f – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки, $K_f=1$);

h – высота производственного здания, м, $h = 12$ м;

$Ц_{зд}$ – стоимость 1м^3 здания, $Ц_{зд}=94 \text{ руб}/\text{м}^3$.

$$K_{здп}=165 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 94= 186120 \text{ руб.}$$

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и

производственного помещения.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_{\Gamma} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{с.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{об}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (6.7)$$

где $C_{\text{м}}$ – затраты на основной материал, руб;

N_{Γ} – годовая программа выпуска продукции

$C_{\text{с.м.}}$ – затраты на сварочные материалы, руб;

$C_{\text{зп.сд.}}$ – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.вс.р}}$ – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.АУП}}$ – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

$C_{\text{э.с}}$ – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{\text{возд.}}$ – затраты на сжатый воздух, руб;

$C_{\text{об}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

$C_{\text{п}}$ – затраты на содержание помещения, руб.

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [44]:

$$C_m = m_m \cdot k_{т.з.} \cdot C_m - H_0 \cdot C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где m_m – норма расхода материала на одно изделие, кг;

C_m – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 12ДН2ФЛ, руб./кг:
[62]

- для стали 14ХГ2САФД $C_m=40,63$ руб./кг, при $m_m = 2246 \cdot 1,3=2919,8$ кг.;

- для стали 10ХСНД $C_m=38,75$ руб./кг, при $m_m=28 \cdot 1,3= 36,4$ кг.;

- для стали 12ДН2ФЛ $C_m= 28$ руб./кг, при $m_m = 136 \cdot 1,3= 176,8$ кг;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.}=1,04$ [44].

H_0 – норма возвратных отходов, $H_0 = m_m \cdot 0,3 = 2246 \cdot 0,3 + 28 \cdot 0,3 + 136 \cdot 0,3 +$
 $= 723$ кг/шт;

C_0 – цена возвратных отходов, $C_0 = 20$ руб./кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

$$C_m = 1,04 \cdot (2919,8 \cdot 40,63 + 36,4 \cdot 38,75 + 176,8 \cdot 28) - 723 \cdot 20 =$$

$$= 115532,07 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [49]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot \psi_p \cdot C_{п.с.}, \text{ руб./изд.}, \quad (6.9)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:
 $G_d = 37,54$ кг – для проволоки Св-08ГСМТ для разработанного технологического процесса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода)
 $k_{п-п.с.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки
 $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$\Pi_{п.с} = 253$ – стоимость сварочной проволоки Св-08ГСМТ, руб/кг [63]

$$C_{п.спредл.} = (37,54 \cdot 253) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 10760,77 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [49]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.,} \quad (6.10)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 0,9 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость смеси, м^3 , $\Pi_{г.з.} = 62,52 \text{ руб./м}^3$; [64]

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 10,32 \text{ ч}$.

$$C_{з.г.} = 0,9 \cdot 62,52 \cdot 10,32 = 579,83 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [49]:

$$C_z = t_k \cdot \text{ЧТС} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{дз.}} \cdot K_c, \quad (6.11)$$

где t_k – время сварочных работ, ч/м шва;

ЧТС – часовая тарифная ставка руб/ч., ЧТС– 74,85 руб.;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, равен 1,4;

$K_{\text{дз.}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, равен 1,2;

K_c – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая –1,3.

$$C_z = 16,13 \cdot 74,85 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 3427,56 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [44]:

$$C_{з.п.всп} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot ЧТС_{врj} \cdot \frac{F_d}{12} \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot K_c, \quad (6.12)$$

где ЧТС – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда, руб.:

- для слесарей ЧТС – 61,58 руб.;
- для контролер ОТК ЧТС – 156 руб.;
- для МОП ЧТС – 56,76 руб.;

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

F_d – действительный фонд рабочего времени, $F_d = 1769$ ч;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d=1,2$;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, $K_{пр}=1,4$;

$K_{рай}$ – районный коэффициент, $K_{рай}=1,3$;

K_c – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-30.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 63,62 \cdot 2 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,20 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 53255,72 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.ОТК} = 156 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 65293,08 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.МОП} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 23786,64 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

$$C_{\text{зп.вс.р}} = C_{\text{зп.слесарей}} + C_{\text{зп.ОТК}} + C_{\text{зп.МОП}} = 53255,72 + 65293,08 + 23786,64 = 142305,44 \text{ руб.} \quad (6.13)$$

6.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого персонала рассчитываем по формуле [44]:

$$C_{\text{з.п.ауп}} = C_{\text{зуп}} \cdot \text{Ч}_{\text{ауп}} \cdot 12 \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{рай}} \cdot K_{\text{с}}, \quad (6.14)$$

где $C_{\text{зуп}}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{\text{зуп}} = 28865$ руб.;

$\text{Ч}_{\text{ауп}}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $\text{Ч}_{\text{ауп}} = 2$ чел.

$$C_{\text{з.п.ауп}} = 28865 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 1966884,19 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [49]:

$$C_{\text{э.с.}} = W_{\text{тэ}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}}, \quad (6.15)$$

где $\text{Ц}_{\text{э}}$ – средняя стоимость электроэнергии, $\text{Ц}_{\text{э}} = 5,63$ руб. [65]

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [45]:

$$W_{\text{тэ}} = \sum \left(\frac{U_{\text{с}} \cdot I_{\text{с}} \cdot t_{\text{с}}}{\eta_{\text{у}}} \right) + P_{\text{х}} \cdot \left(\frac{t_{\text{с}}}{K_{\text{у}}} - t_{\text{с}} \right), \quad (6.16)$$

где $U_{\text{с}}$, $I_{\text{с}}$ – электрические параметры режима сварки;

$t_{\text{с}}$ – основное время сварки шва;

$\eta_{\text{и}}$ – КПД источника сварочного тока;

$P_{\text{х}}$ – мощность холостого хода источника;

$\frac{t_c}{K_u}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [45]).

Расход технологической электроэнергии (расчитано в подзаголовке 3.9.4) $W_{тэ} = 154,871$ кВт.

$$C_{э.с.} = 154,871 \cdot 5,63 = 871,93 \text{ руб.}$$

6.2.2.7 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений включают амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Амортизационные отчисления – затраты, связанные с обеспечением работ оборудования.

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [49]:

$$C_{об} = \frac{K_o \cdot n_o}{T_o \cdot N_r} + \frac{K_{п} \cdot n_{п}}{T_{п} \cdot N_r} + \frac{K_{п.о} \cdot n_{п.о}}{T_{п.о} \cdot N_r}, \quad (6.18)$$

где K_o – стоимость основного сварочного оборудования;

T_o – срок службы основного сварочного оборудования, $T_o = 5$ лет;

$K_{п}$ – стоимость приспособлений;

$T_{п}$ – срок службы приспособлений, $T_{п} = 5$ лет

$K_{п.о.}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$T_{п.о.}$ – срок службы подъемно-транспортного оборудования, $T_{п.о.} = 20$ лет [48].

$$C_{об} = \frac{(701816,55) \cdot 3}{5 \cdot 500} + \frac{250000 \cdot 3}{5 \cdot 500} + \frac{185000 \cdot 1}{20 \cdot 500} = 1160,68 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт и обслуживание принимаются в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [49]:

$$C_{\text{рио}} = \frac{(K_{\text{О}} \cdot n_{\text{О}} + K_{\text{П}} \cdot n_{\text{П}} + K_{\text{П.О}} \cdot n_{\text{П.О}}) \cdot k_{\text{рио}}}{N_{\text{Г}}}, \quad (6.18)$$

где $k_{\text{рио}}$ – коэффициент ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования.

$$C_{\text{рио}} = \frac{[(701816,55) \cdot 3 + 250000 \cdot 3 + 185000 \cdot 1] \cdot 0,03}{500} = 182,42 \text{ руб.}$$

6.2.2.8 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения.

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [49]:

$$C_{\text{П}} = \frac{S \cdot k_{\text{сп}} \cdot \Pi_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{Г}}}, \quad \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 165 \text{ м}^2$;

$N_{\text{Г}}$ – годовая программа выпуска продукции

$k_{\text{сп}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп}} = 0,08$.

$\Pi_{\text{ср.зд}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м^2 рабочей площади, руб./год.м, $C_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб./год м.}$

$$C_{\text{П}} = \frac{134 \cdot 0,08 \cdot 250}{500} = 5,36 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	2	3
1	Затраты на основной металл	115532,07
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на электроды	-
2.2	Затраты на сварочную проволоку	10760,77
2.3	Затраты на защитный газ	579,83
2.4	Стоимость флюса	-
3	Заработная плата	
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	3427,56
3.2	Заработная плата вспомогательных рабочих	142305,44
3.3	Заработная плата административно-управленческого персонала	1966884,19
4	Затраты на электроэнергию	871,93
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений	
5.1	Амортизационные отчисления	1160,68
5.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	308,43
5.3	Затраты на содержание помещения	5,36
ИТОГО технологическая себестоимость:		139870,07

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C=500 (115532,07+10760,77+579,83+3427,56+871,93+0,35+1160,68+182,42+5,36) +142305,44 \cdot 12 +1966884,19 = 69935033,97 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим капитальные вложения:

$$K= 1507475+ 536990+ 185000+151152= 2380617 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$З_{\text{п}} =69935033,97+0,15 \cdot 2380617 = 70292126,5 \text{ руб/изд. год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	16,13
3	Количество оборудования, шт.	3
4	Количество производственных рабочих, чел	5
5	Количество вспомогательных рабочих	2
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	2
7	Норма расхода материала, кг	3133
8	Количество приведенных затрат, (руб./изд.) · год	70292126,5
9	Себестоимость одного изделия, руб.	139870,07

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на

оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, сжатый воздух, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 2380617 руб;
- себестоимость продукции 69935033,97 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 70292126,5 руб/изд. год.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка перекрытия. При изготовлении перекрытия осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении перекрытия на участке используется следующее оборудование:

- сварочный полуавтомат *Lorch S5* 3 шт.
- приспособление сборочно-сварочное

ФЮРА.000001.021.00.000 СБ 3 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие, перекрытие МКЮ.4У, является одной из основных частей крепи МКЮ.4У. Крепь механизированная МКЮ.4У поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Крепь оснащается устройствами якорения, правки, а также корректировки трассы и удержания лавного конвейера. Масса перекрытия составляет 2410 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 10ХСНД, 12ДН2ФЛ, 14ХГ2САФД. Сварка производится в смеси Ar (80 %)+ CO_2 (20 %) сварочной проволокой Св-08ГСМТ диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также шестнадцатью светильниками, расположенными непосредственно над

участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 165 \text{ м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;

- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

7. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

8. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

9. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие

требования. М.: Изд. стандартов, 1990.

10. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

11. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.

12. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

13. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

14. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

15. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

16. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 0,31 мг/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м³), а также СО₂ до 0,5÷0,6%; СО до 160 мг/м³; окислов азота

до 8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м³) [51, 52].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц < 0,1 м/с.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (извести, соды, мышьяка, карбида

кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [52].

На участке сборки и сварки изготовления перекрытия применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет 0,3÷3 метров в секунду [53].

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [54]:

$$L_M = S \cdot V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (7.1)$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредностей, согласно ГОСТ 12.3.003-86 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \cdot B \cdot n,$$

где A и B – ширина и длинна зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [54];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [52]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (7.2)$$

где $t_{\text{и}}$ и $t_{\text{в}}$ – температура поверхности источника и воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 28,7 \text{ Вт}.$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м}. \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м}, \quad (7.4)$$

$$B=b+0,8 \cdot H=1,68+0,8 \cdot 2,47=3,66 \text{ м}, \quad (7.5)$$

$$S=3,6 \cdot 3,66 \cdot 3=39,52 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 39,52 \cdot 0,2 = 7,9 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объем воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_M = 28455 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 9-55-12,5 с двигателем АИР200Л6 30 кВт 485 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

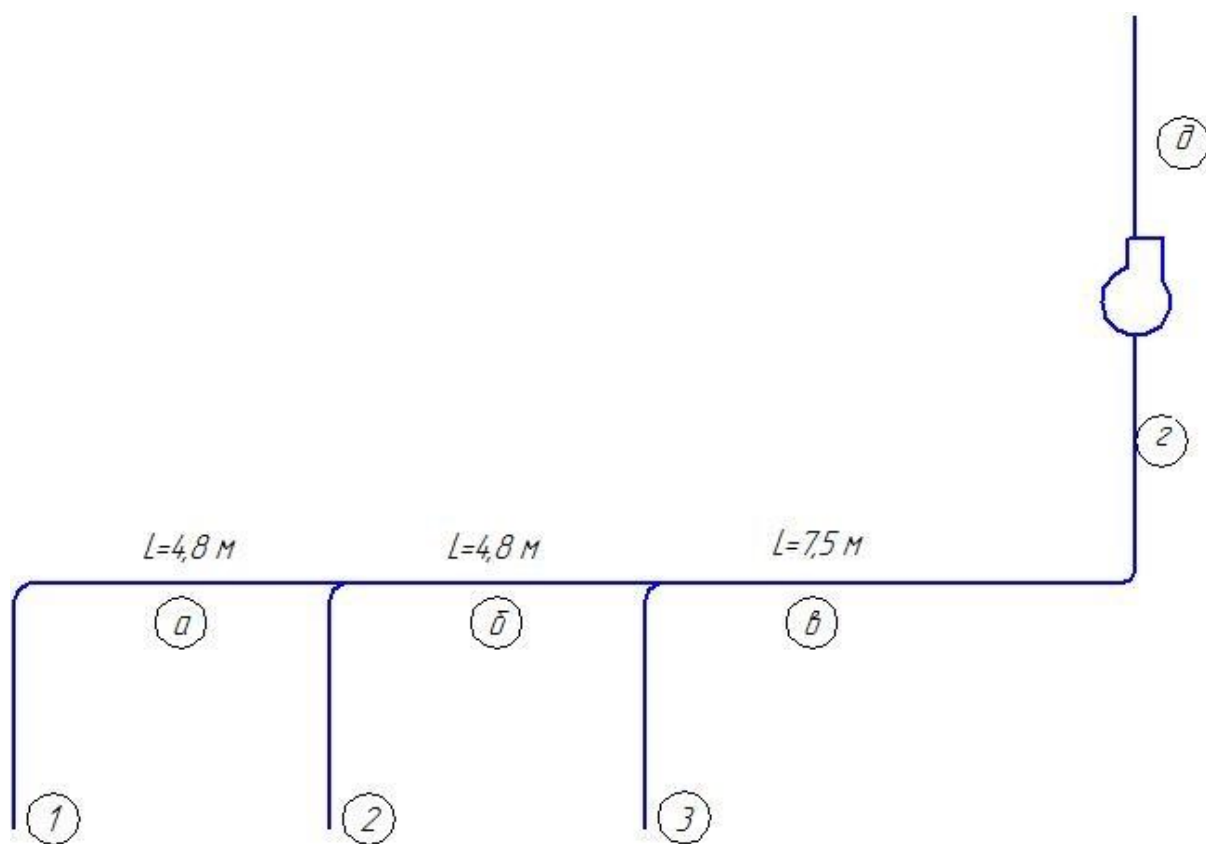


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 28455 \cdot 1/3 = 9485 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 28455 \cdot 1/3 = 9485 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для третьей ветви:

$$L_{M3} = 28455 \cdot 1/3 = 9485 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [54]:

$$D = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{9485}{0,2} \right)^{1/2} = 246 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$D = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{9485}{0,2} \right)^{1/2} = 246 \text{ мм},$$

Определим диаметр воздуховода для третьей ветви:

$$D = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{9485}{0,2} \right)^{1/2} = 246 \text{ мм},$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{28455}{0,2} \right)^{1/2} = 426 \text{ мм},$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- *Lorch S5*;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [55].

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке,

замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [56].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пенобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [56].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [57].

4. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

5. Вибрация.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

По способу передачи принято различать вибрацию локальную, передаваемую через руки (при работе с ручными машинами, органами управления), и общую передаваемую через опорные поверхности или стоящего человека.

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

- ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;

- ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

Вибрацию создают пневматические шлифмашины.

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 8 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 4 светильника.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол,

стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ [55].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь

гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Соппротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь

сечением 4х12 миллиметров.

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация перекрытия на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были

максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [59].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки перекрытия ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.000.000 используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [59].

3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные.

Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки перекрытия предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [59].

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб – работы средней тяжести, оптимальные параметры следующие: температура от плюс 17 до минус 19°С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки перекрытия.

Для сборки-сварки перекрытия применено стационарное сборочно – сварочное приспособление на котором для фиксации деталей используются упоры и прижимы, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 165 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 71,6 %;

Количество приведенных затрат – 70292126,5 руб./изд.·год.

Библиография

1. Как работает и чем живет рынок сварочного оборудования и технологий в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Сварка сегодня (ritm-magazine.ru)
2. Конспект лекций по дисциплине «Основные способы сварки, наплавки и пайки» для подготовки бакалавров по специальности 5522700-«Машины и технология сварочного производства» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Конспект лекций по дисциплине «Основные способы сварки, наплавки и пайки» для подготовки бакалавров по специальности 5522700-«Машины и технология сварочного производства» (стр. 1) | Авторская платформа Pandia.ru
3. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Управление процессом плавления и переноса при сварке в углекислом газе длинной дугой // Монография – 2009 г.
4. Князьков В.Л. Повышение эффективности ручной дуговой сварки модулированным током электродами с покрытием за счет автоматической адаптации параметров режима к технологическому процессу // Диссертация, 2006 г.
5. Шигаев Т.Г. Сварка модулированным током // Итоги науки и техники. Сварка. Том 17 – 1985 г.
6. Князьков А.Ф., Князьков В.Л. Исследование сварочно-технологических свойств покрытых электродов при сварке модулированным током // Сварочное производство - 2011 – №10 – С. 15-18.
7. Сварка пульсирующей(импульсной) дугой. URL: <http://www.se123.ru/tehnologiya/svarka-pulsiruyuschei-dugoi> (дата обращения 15.01.2015).

8. Мозок В.М. Дополнительные особенности технологии дуговой механизированной и автоматической сварки с импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство – 2010 – №2 – С. 34-38.
9. Лебедев В.А. Математическая модель формирования капель электродного металла при механизированной дуговой сварке с импульсной подачей сварочной проволоки // Сварочное производство – 2008 – №7 – С.10-14.
10. Павлов Н.В., Крюков А.В., Зернин Е.А. Распределение температурных полей при сварке в смеси газов с импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство – 2011 - №1 – С.35-36.
11. Лебедев В.А. Определение параметров импульсной подачи электродной проволоки при механизированной дуговой сварке и наплавке // Сварочное производство – 2008 – №8 – С.11-15.
12. Мозок В.М., Лебедев В.А. Ремонт крупногабаритных деталей с использованием управляемой импульсной подачи электродной проволоки // Сварочное производство – 2007 – №6 – С. 31-34.
13. Лебедев В.А. Особенности сварки сталей с импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство – 2007 – №8 – С. 30-35.
14. Лебедев В.А. Некоторые особенности дуговой механизированной сварки алюминия с управляемой импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство – 2007 – №11 – С. 26-30.
15. Павлов Н.В., Крюков А.В. Зернин Е.А. Сварка с импульсной подачей проволоки в смеси газов // Сварочное производство – 2010 – №4 – С.27-28.
16. Жерносеков А.М., Андреев В.В. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом (обзор) // Автоматическая сварка – 2007 – №10
17. Процесс SpeedArc. URL: <http://www.shtorm-lorch.ru/rus/info/tech/speedarc.php> (дата обращения 15.01.2020)
18. Waveform analysis for MIG / GMAW "Lincoln RapidArc" on steel. URL: http://www.weldsmith.co.uk/dropbox/cranu/110523_waveforms_GMAW_steel/waveforms_GMAW-P_RapidArc.html (дата обращения 15.01.2020).

19. Краппит А.Г. Зернин Е.А., Краппит М.А / Современные способы импульсно-дуговой MIG/MAG сварки // Технологии и материалы – 2015 – №4 – С. 4-10
20. Tobias Rosado, Pedro Almeida, Inks Pires, Rosa Miranda and Luísa Quintino. INNOVATIONS IN ARC WELDING // 5 Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, Maputo – 2–4 Setembro 2008.
21. Ueyama Tomoyuki, Ohnawa Toshio, Yamazaki Kei, Tanaka Manabu, Ushio Masao, Nakata Kazuhiro. High-Speed Welding of Steel Sheets by the Tandem Pulsed Gas Metal Arc Welding System // Transactions of JWRI. – 2005. – Vol. 34, № 1.
22. Краппит М.А / Современные способы импульсно-дуговой сварки, разработанные за рубежом // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований – 2015. – № 5 (часть 1) – С. 18-21.
23. Краппит А. Г., Зернин Е. А., Краппит М. А. Современные способы импульсно-дуговой MIG/MAG сварки // Технологии и материалы. 2015. №1. С. 4-11.
24. Мухин В.Ф., Еремин Е.Н. Источники питания и мультисистемы для современных технологических процессов сварки плавящимся электродом: моногр. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014. 96 с.
25. Дедюх Р.И., Киселев А.С. Повышение стабильности параметров процесса дуговой сварки покрытыми электродами на малых токах // Сварочное производство – 2004 – №7 – С. 3-6.
26. С.А. Бородихин, А.С. Лосев, В.Ф. Мухин / Применение однофазного выпрямителя для современных импульсных технологий дуговой сварки // Техника и технологии машиностроения– 2019 – С. 4-9.
27. СП 53-101-98. Свод правил по проектированию и строительству изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций
28. Марочник сталей и сплавов / Ю.Г. Драгунов, Ю.В. Каширский и др.; под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216 с.: ИЛЛ.

29. Сталь 14ХГ2САФД [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: 14ХГ2САФД - конструкционная легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная сталь. (resursmsk.ru)
30. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
31. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С.Гончаренко; под ред. Макарова Э.Л.-М.: Машиностроение, 1984. – 216 с.
32. Китаев А.М. Китаев Я.А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985. – 256 с.
33. Сварочные технологии Векпром [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.svartools.ru/card/svarochnaya-provoloka-sv-08gsmt/>
34. Импульсный сварочный полуавтомат Lorch серии S для MIG/MAG сварки [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: Импульсный сварочный полуавтомат Lorch серии S для MIG/MAG сварки - Экосвар (ecosvar.com)
35. Контроль и регулировка импульсной сварочной дуги с LORCH XT: самый высокий уровень сварки [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: Контроль и регулировка импульсной сварочной дуги с LORCH XT: самый высокий уровень сварки - ЭкоСвар (ecosvar.com)
36. ГОСТ 31.0000.01-90 Технологическая оснастка. Основные положения
37. Сварочные приспособления. Краппит Н.Ю., Краппит А.Г. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95 с.
38. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
39. НТЦ Эксперт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ntcexpert.ru/vic>
40. РДИ 38.18.016-94 Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования.

40. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901865879>
41. НТЦ Эксперт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ntcexpert.ru/uc>
42. ГОСТ Р ИСО 17640-2016 Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Технология, уровни контроля и оценки [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200133735>
43. ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004648>
44. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500 «Оборудование и технология сварочного производства». – Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000-24 с.
45. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
46. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004
47. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.
48. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.
49. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», ЮТИ ТПУ, 2020. – с. 24
50. ГОСТ 27584-88 Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия.
51. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

52. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

53. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>

54. Русак О.Н., доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.

55. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.

56. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

57. Кукин П.П., Лапин В.Л., Подгорных Е.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.

58. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.

59. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-chto-selitebnaya-territoriya>

60. Цены на сварочные столы Demmeler.: <https://market.yandex.ru>

61. <https://kemerovo.tiu.ru/Kran-balka-2t;wholesale.html>

62. <https://kemerovo.tiu.ru/Stal-14hg2safd.html>

63. https://kemerovo.pulscen.ru/price/050314-svarochnaja-provoloka/f:41_1-tochka-2-mm&30314_sv08gsmt

64. <https://kemerovo.pulscen.ru/price/040437-smesi-gazovye>

Приложение А
(Обязательное)
(Спецификация изделия)

		Формат			Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
		Зона	Лист	Лист				
Перв. примен.								
						<u>Документация</u>		
					ФЮРА.МКЮ.4У.56.021.000.000 СБ	Сборочный чертеж		2-А1
Сред. №								
						<u>Сборочные единицы</u>		
		1		ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.001.000	Рама перекрытия	1		
		2		ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.002.000	Элементы крепления коммуникаций	1		
		3		ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.003.000	Скоба грузовая	2		
Подп. и дата								
						<u>Детали</u>		
		4		ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.000.001	Лист нижний	1		
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Разраб. Джиркилов М.С.

Проб. Крюков А.В.

Н.контр. Крюков А.В.

Утв.

ФЮРА.МКЮ.4У.056.21.021.000.

Перекрытие

Копировал

Лит. Лист Листов

у 1 2

ЮТИ ТПУ

гр. 10А72

Формат А4

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					<u>Документация</u>		
	A1			ФЮРА.0000001.020.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
					<u>Сборочные единицы</u>		
Спроект. №			1	ФЮРА.0000001.020.00.001	Стол	1	
			2	ФЮРА.0000001.020.00.002	Стойка	4	
			3	ФЮРА.0000001.020.00.003	Винтовой прижим	3	
					<u>Детали</u>		
			4	ФЮРА.0000001.020.00.004	Упор	3	
			5	ФЮРА.0000001.020.00.005	Самофиксирующийся болт	3	
Подп. и дата							
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							

Приложение В (Обязательное)

ГОСТ 3.1105-84 форма 2

Дцбл																				
Взам																				
Подп																				
Разраб.	Джуратулов МС																			
Проб.	Кривош А.В.										ФОРМА № 4.021.000.000									
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.	Кривош А.В.										Перекрытия									
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Б	Код, наименование оборудования				Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение кода					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.	
К/М																				
А01																				
002	Технические требования																			
03																				
А04	1. Изготовление сб. ед. производить согласно КД и ТП.																			
Б05	2. Детали и сварочная проволока перед сваркой должны быть очищены от масла, ржавчины и влаги.																			
06																				
07																				
08																				
09	Требования безопасности																			
010	1. При работе соблюдать требования инструкций по охране труда:																			
011	РД 153-34.0-03.299/1-2001 – для слесарей механо-сборочных работ;																			
012	ПОТ №1101н – для эл. сварщиков																			
Т13	ПОТ №336н – для строителей																			
Т14	ТОИ Р-32-ЦВ-805-01 – для контролеров																			
Т15	ПОТ №552н – для лиц, работающих с инструментом создающим вибрацию																			
16	ПОТ №533 – для лиц, работающих с кран – балками																			
МК	Маршрутная карта										2									

Дир.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.	<i>Джиратулов МС</i>																		
Проб.	<i>Крюков А.В.</i>																		
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.	<i>Крюков А.В.</i>																		
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
Б					Код, наименование оборудования														
К/М					Наименование детал. сб. единицы или материала														
А01																			
002	2. Слесарям, работающим с прихватчиками, пользоваться очками со светофильтрами.																		
03	3. При одновременной работе нескольких сварщиков на одной сборке или кабине, применять																		
А04	переносные защитные ширмы 359-2204 или 359-2205																		
Б05	4. При массе деталей, сборки более 16 кг применять эл.мостовой кран или кран-балку																		
06	грузоподъемности, соответствующей весу сборки, и соответствующие стропа																		
07	5. Контроль первой сборки мастеров.																		
08																			
09	3. Режимы сварки регулируются автоматически сварочным оборудованием.																		
010																			
011																			
012																			
Т13																			
Т14																			
Т15																			
16																			
МК	Маршрутная карта																	3	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дир.л.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.	Джуракулов М.С.																		
Проб.	Крюков А.В.																		
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.	Крюков А.В.																		
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение документа													
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код													
А01																			
002	040 Слесарная																		
03	Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.021.00.000 СБ.																		
А04	1. Зачистить сварные швы под контроль капиллярной дефектоскопии. Предъявить переход БТК. Т=82,6 мин.																		
Б05	2. Срезать четыре распарки техн. Зачистить зону реза. Т = 5,6 мин.																		
06	Бор-машинка Гост 12633-90																		
07	045 Контроль																		
08	По отдельному технологическому ЦЗЛ.																		
09																			
010	050 Контроль																		
011	Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.021.00.000 СБ.																		
012	1. Проверить сб. соедин. на соответствие требованиям КД и ТД внешним осмотром. Выполнение перех. 1																		
Т13	2. Kleimить клеем БТК на поз. 7.																		
Т14																			
Т15	055 Обработка резанием																		
16	По отдельному ТП.																		
КТП	Карта технологического процесса																		10

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дир.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	ЕВ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Тшт.
Б					Код, наименование оборудования														
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала														
А01																			
002	080 Слесарная																		
03	Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.02100.000 СБ.																		
А04	1. Зачистить сварное соедин. от брызг сварки, срубить напильны. l=29 м. Маркировать																		
Б05	одозначение сб. ед. на дет. поз. 5.																		
06	2. Проверить требования <input type="checkbox"/> 10 по торцам проганов; <input type="checkbox"/> 5,0																		
07	3. Предъявить сб. ед. БТК.																		
08	Бор-машинка Гост 12633-90																		
09	085 Контроль																		
010																			
011	1. Проверить св. соедин. на соответствие требованиям КД и ТД внешним осмотром.																		
012	Выполнение перех. 2 опер. 080.																		
Т13	2. Провести капиллярную дефектоскопию.																		
Т14	3. Клеймить клеймом БТК на поз. 5.																		
Т15	Комплект ВИК "Инспектор". Дефектоскоп "А1212 Мастер"																		
16																			
КТП	Карта технологического процесса																		15